



HAL
open science

Séjour d'éducation thérapeutique pour enfants diabétiques de type 1 : les compétences de l'enfant lors d'une activité physique

Marc-Étienne Guyot d'Asnières de Salins

► **To cite this version:**

Marc-Étienne Guyot d'Asnières de Salins. Séjour d'éducation thérapeutique pour enfants diabétiques de type 1 : les compétences de l'enfant lors d'une activité physique. Endocrinologie et métabolisme. 2015. dumas-01153213

HAL Id: dumas-01153213

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01153213>

Submitted on 19 May 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Université de Brest – Bretagne Occidentale

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DES SCIENCES DE LA SANTÉ

Année 2015

Thèse n°

THÈSE

pour le

DOCTORAT EN MÉDECINE

Diplôme d'État par

Monsieur Marc-Étienne GUYOT d'ASNIÈRES de SALINS

Né le 3 avril 1989 à LORIENT (56)

Présentée et soutenue publiquement le jeudi 2 Avril 2015 à 15 h 30.

Séjour d'éducation thérapeutique pour enfants diabétiques de type 1:

Les compétences de l'enfant lors d'une activité physique

Jury

Président : Madame le Professeur Véronique Kerlan

Membres : Monsieur le Professeur Loïc de Parscau du Plessix

Monsieur le Professeur Bernard Le Floch

Madame le Docteur Carine Choleau

Monsieur le Docteur Emmanuel Sonnet

Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire. Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément. Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés. J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.

Serment prononcé le 2 avril 2015 par le Docteur Marc-Étienne GUYOT d'ASNIÈRES de SALINS

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord madame le Professeur Véronique Kerlan. Merci de me faire l'honneur d'être mon co-directeur universitaire de thèse et le président du jury de thèse. Merci pour votre soutien indéfectible dans mon cheminement. Merci pour votre investissement dans notre formation au CHRU de Brest. Merci d'évaluer ce travail et de m'accorder de votre temps. Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect.

Merci à madame le Docteur Carine Choleau qui me fait l'honneur d'être mon directeur de thèse. Merci de m'avoir aidé dans le cheminement de ce travail passionnant et enrichissant. Merci pour votre soutien pour ce projet. Veuillez trouver ici l'expression de toute ma gratitude.

Merci à monsieur le Professeur Loïc de Parscau du Plessix. Merci de me faire l'honneur d'être membre de mon jury de thèse. Merci pour votre investissement dans notre formation au CHRU de Brest. Merci de me faire l'honneur d'évaluer ce travail.

Merci à monsieur le Professeur Bernard Le Floch. Merci de me faire l'honneur d'évaluer ce travail et de m'accorder de votre temps. Merci pour votre grand investissement dans notre formation de médecine générale. Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect.

Merci à monsieur le Docteur Emmanuel Sonnet. Merci de me faire l'honneur d'évaluer ce travail et de m'accorder de votre temps. Merci pour votre grand investissement dans l'association AJD et dans notre formation au CHRU de Brest. Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect.

Je remercie toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Un remerciement tout particulier à madame le Docteur Renée Gédéon. J'ai eu la grande chance de te rencontrer au cours d'un séjour d'éducation thérapeutique de l'association

Aide aux jeunes diabétiques (AJD). Merci de m'avoir donné des idées et motivé dans mon projet de thèse.

Merci à monsieur Ludovic Ferchaud. J'ai une grande estime pour toi et ton investissement auprès de l'association AJD, merci pour ton aide dans l'élaboration de ce projet. Merci pour ta sympathie, j'espère encore continuer à travailler avec toi.

Merci à monsieur le Docteur Dominique Thévenieau. Merci pour votre soutien, votre motivation pour la réalisation de ce travail. Merci pour votre aide et la formation dont j'ai pu bénéficier.

Merci à toutes les personnes travaillant au sein de l'association AJD. Un remerciement tout particulier à Benjamin, Adrien, Gregor, Bernard, Jean-Michel, Céline, Barbara, Octave...et bien d'autres personnes que je garde dans mes pensées.

Je remercie toutes les personnes auprès de qui j'ai eu la chance de travailler.

Merci à toutes les personnes travaillant au Centre Hospitalier de Quimperlé, un remerciement tout particulier au Service d'Accueil des Urgences, dans lequel, je me suis épanoui grâce à mes collègues.

Merci au Dr Jean-Jérôme Le Coq et au Dr Ambroise Menou, merci pour votre approche très humaniste de la médecine générale. Merci de me donner envie de poursuivre, dans ce cheminement particulier du suivi du patient, si riche sur le plan relationnel.

Je dédie cette thèse à ma famille.

Merci mes chers parents d'être des soutiens indéfectibles. Merci pour les valeurs de travail, d'altruisme, de courage que vous avez essayé de me transmettre. Merci aussi pour l'échange de vos valeurs chrétiennes d'amour et de partage.

Merci de me soutenir dans tous mes projets, d'être toujours auprès de moi pour m'épauler. Merci pour l'esprit de famille que vous entretenez, merci de m'avoir transmis l'importance de maintenir des liens forts avec la famille et toutes les personnes que je rencontre.

Merci à ma très chère grande sœur Claire-Alice, tu es un exemple pour moi. Merci de m'avoir guidé vers ce chemin passionnant des études médicales. Je ne saurais comment

te remercier. Merci à toi Youenn, j'ai la chance de t'avoir dans ma famille, merci de me soutenir dans mes projets et d'être toujours disponible.

Merci à mon très cher grand frère Paul-édouard. Merci d'être toujours là quand il faut pour partager ensemble de très bons moments. Merci pour ton soutien dans tous mes projets, merci d'en faire souvent partie et d'être proche de moi.

Je remercie aussi la famille de mon amie Laurianne, qui n'a jamais cessé de me soutenir et de m'encourager : Evelyne, Loïc, Aurélie, Jean-Christophe, Maxence, Fanny, Frédo, Nano et Teiva.

Je dédie cette thèse à mes amis. Merci à Stéphane, Sylvain, Julien, Florence, Julia, Arnaud, Grégoire, Céline, Alexandre, David, Jocelyn, Franz, Jonathan, Charles, Aymeric,... Merci d'être vous et d'entretenir cette belle amitié.

Merci à mes cointernes devenus des amis : François-Xavier, Hugues, Laura, Benoît, Léna, Pierre, Ludovic, Justine, Annaïg... J'ai passé des semestres d'internat très agréables à vos côtés. Merci pour votre joie de vivre, votre gentillesse, votre humour.

Enfin, je dédie tout particulièrement cette thèse à mon amie. Merci Laurianne de partager ma vie depuis plus de 3 ans et de me soutenir dans la réalisation de tous mes projets.

Table des matières

Introduction	14
I Le diabète de Type 1	17
I.1 Épidémiologie . . . . .	.17
I.2 Physiopathologie . . . . .	.18
I.3 Complications . . . . .	.19
I.4 Le traitement du diabète de type 1. . . . .	.20
I.4.1 L'insulinothérapie. . . . .	.20
I.4.2 L'éducation thérapeutique du patient . . . . .	.21
I.4.3 Prise en charge nutritionnelle . . . . .	.21
I.4.4 L'activité Physique . . . . .	.22
II L'activité Physique chez l'enfant et l'adolescent diabétique de type 1	23
II.1 Définition . . . . .	.23
II.2 Les effets bénéfiques de la pratique d'une activité physique régulière . .	.24
II.3 L'adhésion et les freins à la pratique d'une activité physique . . . . .	.26

II.4 Les réponses glycémiques à l'exercice et leur gestion . . . . .	.27
II.4.1 Les variations glycémiques à l'exercice chez le jeune diabétique de type 1 . . . . .	.27
II.4.2 Les hypoglycémies à l'exercice	27
II.4.3 Les recommandations pour éviter l'hypoglycémie	31
II.4.4 Les hyperglycémies à l'exercice	34
II.4.5 Les recommandations pour éviter l'hyperglycémie	35
II.5 Facteurs influençant la régulation de la glycémie au cours de l'activité physique . . . . .	.36
III Les Compétences d'auto-soins en fonction de l'âge	39
III.1 Maîtrise des gestes techniques	39
III.2 Diagnostiquer les signes, les situations et leur gravité	40
III.3 Comprendre son corps et sa maladie.	41
IV Les séjours d'éducation thérapeutique	43
IV.1 Introduction. . . . .	.43
IV.2 L'Aide aux Jeunes Diabétiques . . . . .	.44
IV.3 Les séjours d'éducation thérapeutique organisés par l'AJD	45

IV.4 Les pédagogies de la décision	47
V L'étude	48
V. 1 Objectif de l'étude	48
V.2 Matériel et méthode	48
V.2.1 Déroulement de l'étude	48
V.2.2 Recueil de données	49
V.2.3 Analyse statistique	49
V.3 Résultats	50
VI Discussion	60
VII Limites de l'étude	65
VIII Conclusion	67
IX Bibliographie	69
X Annexe	76

Table des figures et des schémas

1. Bénéfices de l'activité physique	26
2. Causes d'hypoglycémie durant une activité physique	28
3. Mécanisme de la translocation des GLUT	30
4. Hypoglycémie ou hyperglycémie lors de l'activité physique	36
5. Répartition des enfants en fonction de leur âge	50
6. Activités physiques les plus pratiquées par les enfants	51
7. Matériel prît par le jeune en premier lieu pour faire une activité physique	52
8. Glycémies réalisées.	53
9. Recherche de cétose	54
10. Prise en charge de l'hypoglycémie	56
11. Adaptation des repas avant et après une activité physique	57
12. Niveaux d'HbA1c en fonction de l'investissement sportif	59

Séjour d'éducation thérapeutique pour enfants ayant un diabète de type 1 : les compétences de l'enfant lors d'une activité physique

RESUMÉ

Introduction : L'activité physique est bénéfique pour l'enfant diabétique de type 1 mais aucun protocole de gestion du diabète lors de l'exercice ne peut être généralisé à tous. Les séjours d'éducation thérapeutique participent à l'acquisition et à l'expérimentation des propres compétences des enfants dans ce domaine.

Objectif : Chez les enfants ayant un diabète de type 1 et participants à un séjour d'éducation thérapeutique proposé par l'association « Aide aux Jeunes Diabétiques », l'étude présente visait à recueillir les aptitudes et les compétences d'auto-soins de l'enfant lors de la prise en charge d'une activité physique.

Méthode : Il s'agit d'une étude, qualitative, observationnelle et monocentrique qui a été réalisée dans le centre de Soins de Suite et de Réadaptation à Saint-Sorlin d'Arves. Quarante-deux enfants ont été inclus au cours du séjour. L'enfant complétait un auto-questionnaire sur les aptitudes et les compétences nécessaires lors de l'activité physique. L'âge, l'ancienneté du diabète, l'HbA1c, l'IMC ont été relevés à partir du dossier d'inscription au séjour.

Résultats : Les patients, sous pompe, connaissent beaucoup mieux l'hyperglycémie avec cétose et ses risques. La recherche de cétose lors d'une hyperglycémie, la réalisation d'un supplément d'insuline et le repos lors d'une hyperglycémie avec cétose, le changement de site d'injection en fonction de l'activité, sont des réflexes encore peu acquis. La comparaison, avec le référentiel des compétences, conforte le travail à entreprendre sur la gestion de l'hyperglycémie. Un des objectifs secondaires montrait que l'équilibre glycémique était meilleur chez le jeune pratiquant une activité

physique pendant plus de deux heures ($p=0,04$), mais la compétition n'améliorait pas l'équilibre glycémique ($p=0,03$).

Conclusion : En parallèle du suivi hospitalier indispensable, un séjour d'éducation thérapeutique permet l'expérimentation et l'acquisition de réflexes pour appréhender au mieux l'activité physique. Au delà de l'apprentissage des connaissances, la personnalisation est primordiale dans l'adaptation des doses, principalement dans le cadre d'une activité physique. Ces séjours devraient être proposés et accessibles à tous les enfants et jeunes adultes qui en expriment le besoin.

Therapeutic education Camp for children with type 1 diabetes: Skills required during physical activity

ABSTRACT

Introduction: Physical activity is beneficial to children with type 1 diabetes but no protocol of diabetes management during exercise can be generalized to all of them. Therapeutic camps seem essential for a child to experiment with, and acquire the necessary skills in this field.

Objective: Focused on children with type 1 diabetes and taking part in a diabetes camp proposed by the association « l'Aide aux jeunes diabétiques », the purpose of our research was collecting data regarding the children's capacities and skills of self-care during the accomplishment of a physical activity.

Method: It concerns a qualitative, observational and monocentric study which was realized in the care center of rehabilitation in Saint-Sorlin d'Arves. Forty two children were included during the stay. An individual survey collected the children's capacities during the camp, the child completed the various necessary skills during physical activities. Age, duration of diabetes, HbA1c, BMI, were taken from the registration form of the stay.

Results : Patients under pump get to know much better hyperglycemia with ketosis and its risks. Search of ketosis during hyperglycemia, realization of a supplement of insulin and the rest during hyperglycemia with ketosis, change in the site of injection according to physical activity, are reflexes still poorly acquired. The comparison, with the reference table of skills, consolidates the work to be undertaken on the management of hyperglycemia. One of the secondary objectives showed that the

glycemic balance was better on the young having realized a physical activity for over two hours ($p=0,04$), but the competition did not improve the glycemic balance ($p=0,03$).

Conclusion : In association with the necessary controls in hospital, a therapeutical camp allows the experiment and the acquisition of reflexes during physical activity. Beyond the learning of knowledges, personnalization is essential in the adaptation of insulin, especially during a physical activity. Children and young adults who express the need for it, should have the opportunity to take part in one of these therapeutical camps.

Introduction

L'incidence du diabète de type 1, en France et dans bien d'autres pays, est en constante augmentation depuis quelques années (1, 2). Cette maladie chronique apparaît chez l'enfant de plus en plus jeune. Une prédisposition génétique, l'environnement et leurs interactions sont mis en cause (3, 4).

Le diabète de type 1 se caractérise par une élévation de la glycémie secondaire au manque d'insuline suite à la destruction auto-immune d'une partie du pancréas.

En l'absence de traitement, l'acidocétose est la complication la plus grave et peut entraîner le décès. Les injections sous-cutanées d'insuline permettent de maintenir un équilibre précaire de la glycémie afin de limiter les complications aiguës et chroniques.

L'utilisation de ce traitement lourd implique au quotidien des gestes techniques, des prises de décisions complexe, l'adaptation des doses afin d'éviter les effets indésirables du traitement, notamment l'hypoglycémie.

Pour être autonome dans la gestion de sa maladie, le jeune va pouvoir bénéficier d'un enseignement spécifique : l'éducation thérapeutique du patient.

Il devra également respecter une alimentation équilibrée et pratiquer une activité physique régulière.

En effet, l'activité physique est un des piliers du traitement du diabète de type 1 et apporte de nombreux effets bénéfiques : modification de la composition corporelle, du profil lipidique, diminution des doses d'insuline, action sur la minéralisation osseuse, etc.

L'activité physique augmente notamment la sensibilité des tissus à l'insuline, ce qui implique que le patient adapte de façon précise les quantités d'insuline injectées.

De nombreux protocoles existent pour aider le jeune diabétique de type 1 afin qu'il puisse profiter des activités physiques tout en évitant les complications de la maladie et

du traitement, cependant il existe une variabilité interindividuelle forte et une prise en charge singulière concernant l'activité physique ne peut être généralisée à tous les jeunes.

Pour les aider, l'éducation thérapeutique du patient (ETP) occupe une place primordiale dont l'objectif est l'acquisition de compétences et de savoir-faire dans le but d'obtenir un bon équilibre glycémique et d'éviter les complications mais également de maintenir ou améliorer la qualité de vie pour gérer au mieux la vie avec une maladie chronique.

Les séances à l'hôpital, les hospitalisations courtes, les outils informatiques, le soutien entre parents sont différentes modalités d'ETP.

Depuis 1953, l'association Aide aux jeunes diabétiques (AJD) propose des séjours médico-éducatifs en établissement de Soins de Suite et de Réadaptation (SSR), dans différents centres répartis sur tout le territoire français ainsi que sur l'île de la Réunion. Il s'agit de permettre aux jeunes qui ont un diabète de vivre un séjour de vacances comme n'importe quel autre enfant, de s'épanouir, de les aider à appréhender leur maladie, et de s'assurer de la bonne gestion de l'équilibre glycémique.

Lors des séjours, de nombreuses activités physiques et séances d'ETP leur sont proposées par une équipe pluridisciplinaire (animateur, personnel médical et paramédical).

Depuis 2010, de nouvelles pédagogies appelées « pédagogies de la décision » sont utilisées, au sein des différents séjours, afin d'améliorer l'éducation thérapeutique du jeune diabétique de type 1.

Actuellement, peu d'études ont analysé les compétences d'auto-soins de l'enfant et de l'adolescent diabétique lors d'une activité physique. La plus récente étude est celle du Docteur Jérôme Vidart (5), qui montre que l'auto-surveillance lors d'une activité physique est insuffisamment réalisée et le risque d'hyperglycémie avec cétose est mal connu. Les hypoglycémies sont fréquentes mais dans l'ensemble bien gérées.

Il semble nécessaire de connaître davantage les compétences des jeunes pour pouvoir améliorer les séances d'ETP proposées et apporter une aide plus adaptée.

Après un rappel sur le diabète de type 1, les particularités de l'activité physique, la description des séjours d'ETP de l'AJD, nous nous intéresserons à l'analyse des résultats de l'étude par auto-questionnaire, les compétences d'auto-soins du jeune diabétique de type 1 lors d'une activité physique, proposé au cours d'un séjour SSR de l'AJD.

I Le diabète de Type 1

Le diabète regroupe un ensemble de maladies qui se caractérisent par une hyperglycémie chronique : élévation prolongée de la concentration de glucose dans le sang, due à un déficit dans la sécrétion et/ou dans l'action de l'insuline.

I.1Epidémiologie :

Le diabète de type 1 est une maladie auto-immune, c'est une des maladies chroniques les plus fréquentes chez l'enfant, et représente plus de 90 % des diabètes de l'enfant (3, 4).

L'incidence du diabète de type 1 ne cesse de progresser dans tous les pays du monde, de l'ordre de 3 à 4 % par an entre 0 et 15 ans (1, 2).

L'augmentation de l'incidence est de plus en plus marquée chez les enfants de moins de 5 ans, avec une augmentation de 7% annuel.(6, 7).

La saisonnalité du diagnostic de la maladie, confirmée par l'étude Eurodiab qui a montré l'existence d'un pic hivernal dans tous les pays d'Europe, pour les deux sexes et au niveau de toutes les tranches d'âge entre 0 et 14 ans est bien connue. (1, 3, 8, 9).

En France, on retrouve une incidence de 17,15 /100 000 soit 2742 nouveaux cas en 2010, données issues du système national d'information inter-régimes de l'assurance maladie.

L'incidence montre une corrélation étroite avec la fréquence des gènes HLA de susceptibilité dans la population générale (10, 11, 12, 13).

L'augmentation constante de l'incidence du diabète de type 1 au cours des deux dernières décennies soulève d'importantes questions sur ses facteurs déclenchant. Les facteurs de risque, qui sont jusqu'à présent évoqués et étudiés, sont climatiques, géographiques ou démographiques, alimentaires et infectieux. Cette augmentation de l'incidence du diabète de type 1 est apparue trop rapidement pour s'expliquer par des changements de la susceptibilité génétique. Cet accroissement rapide de l'incidence a plutôt été attribué aux modifications des facteurs environnementaux.

I.2 Physiopathologie :

Le diabète de type 1 est dû à une destruction auto-immune des cellules insulino-sécrétrices du pancréas (cellules beta). L'hyperglycémie par carence insulinique apparaît lorsqu'il ne reste plus qu'environ 10 % des cellules beta fonctionnelles. Le processus auto-immun responsable d'une "insulite" pancréatique se déroule sur une période de plusieurs mois à plusieurs années. Cette réaction auto-immune survient sur un terrain de susceptibilité génétique à la suite de facteurs déclenchant (3, 4). À cette phase, le diagnostic peut être réalisé avant l'apparition de l'hyperglycémie et de symptômes par la détection d'auto-anticorps.

Les lymphocytes T, B et macrophages infiltrent les îlots de Langerhans provoquant ainsi une inflammation locale. Cette carence peut conduire rapidement au décès en l'absence de traitement.

L'insuline permet l'entrée du glucose dans plusieurs types de cellules, notamment les cellules musculaires, les adipocytes et les hépatocytes. Son absence empêche l'organisme de stocker du sucre et entraîne un risque majeur d'hyperglycémie.

Le diabète de type 1 évolue en une phase de latence où intervient la susceptibilité génétique puis la phase pré clinique, silencieuse, caractérisée par l'activation du système immunitaire contre les îlots, l'apparition d'auto-anticorps et la destruction progressive des cellules beta.

En pratique, l'absence d'auto-anticorps à la découverte d'un diabète de type 1 chez un enfant doit faire discuter la nature auto-immune de celui-ci.

La phase révélatrice survient lorsque ne subsiste environ que 10 % de cellules beta fonctionnelle. Le diabète est diagnostiqué devant l'association polyurie, polydipsie, polyphagie, amaigrissement, appelé syndrome cardinal, conséquence de l'hyperglycémie.

Le diabète de type 1 est encore trop souvent découvert en France au stade d'acidocétose marquée.

L'association Aide aux jeunes diabétiques a notamment lancé en novembre 2010 une campagne de sensibilisation pour la prévention de l'acidocétose au diagnostic (14).

Une glycémie supérieure ou égale à 2g/l (11 mmol/l) mesurée à n'importe quel moment de la journée suffit pour faire le diagnostic.

Une phase de rémission partielle appelée « Lune de Miel » peut apparaître de façon transitoire après le début du traitement, et peut durer en moyenne 9 mois.

Enfin, la phase d'insulinodépendance chronique où l'insulinothérapie intensive est essentielle au bon équilibre glycémique.

I.3 Complications

L'équilibre recherché concerne non seulement l'état de santé immédiat et l'épanouissement mais aussi l'état de santé à long terme.

Un déséquilibre prolongé peut conduire à la survenue de complications dans un délai de 10 à 20 ans.

L'acidocétose diabétique est la complication aiguë grave.

La carence en insuline conduit à l'hyperglycémie, une lipolyse excessive, une beta-oxydation des acides gras actifs. Cela aboutit à la production hépatique de corps cétoniques toxiques pour le corps.

Les hypoglycémies légères corrigées par l'absorption de glucides et, parfois, les hypoglycémies sévères entraînant une altération de la conscience, nécessitant une intervention extérieure pour sa correction en employant du glucagon en intramusculaire ou du sérum glucosé en intraveineux.

Les complications chroniques sont les microangiopathies touchant les reins, la rétine et les reins. Les macroangiopathies concernent le cœur et les gros vaisseaux, favorisées par les dyslipidémies, l'hypertension artérielle, le tabagisme et la sédentarité.

I.4 Le traitement du diabète de type 1

Le recours à l'insuline reste à ce jour obligatoire pour permettre la survie du patient diabétique de type 1.

Le traitement repose donc sur l'apport d'insuline, l'auto-surveillance glycémique, une adaptation de l'alimentation et la pratique d'une activité physique régulière.

Ces connaissances seront acquises par le patient à l'aide d'un enseignement spécifique : l'éducation thérapeutique.

I.4.1 L'insulinothérapie

La présence permanente d'une dose minimale d'insuline est assurée à l'heure actuelle, par voie sous-cutanée, par injection d'insuline à action lente ou par le débit de base procuré par une pompe à insuline.

Au moment des repas, il est nécessaire de faire monter le niveau d'insuline proportionnellement à la quantité de glucides ingérés. Ceci est assuré par l'injection d'insuline à action rapide ou la réalisation de bolus par la pompe.

Une gestion correcte de la maladie et un traitement bien suivi permettent le plus souvent d'obtenir des profils glycémiques qui se rapprochent d'un patient non

diabétique de type 1, et d'éviter le développement des complications macro et micro vasculaires à long terme (15, 16).

Ceci implique de répéter de nombreux gestes techniques, des prises de décisions complexe, telles que l'adaptation des doses d'insuline à la glycémie, à l'activité physique, à l'alimentation, au stress et aux émotions.

Cela repose aussi sur la prise en charge des conséquences aiguës du traitement que sont les hypo et les hyperglycémies (17).

I.4.2 L'éducation thérapeutique du patient

L'éducation thérapeutique est la clé de voûte dans la prise en charge du diabète.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, « l'éducation thérapeutique du patient (ETP) est un processus continu, intégré dans les soins et centré sur le patient. Il comprend des activités organisées de sensibilisation, d'information, d'apprentissage et d'accompagnement psychosocial concernant la maladie, le traitement prescrit, les soins, l'hospitalisation et les autres institutions de soins concernées, et les comportements de santé et de maladie du patient. Il vise à aider le patient et ses proches à comprendre la maladie et le traitement, coopérer avec les soignants, vivre le plus sainement possible et maintenir ou améliorer la qualité de vie. L'éducation devrait rendre le patient capable d'acquérir et maintenir les ressources nécessaires pour gérer de manière optimale sa vie avec la maladie ».

Les personnes qui ne reçoivent pas d'éducation ou n'ont pas un suivi éducatif, ont plus de risque de souffrir des complications du diabète (5).

I.4.3 Prise en charge nutritionnelle

La prise en charge nutritionnelle est un des éléments essentiels du traitement du diabète de type 1 et de l'éducation.

L'alimentation doit permettre à chaque enfant de grandir dans de bonnes conditions. L'attention est particulière sur les besoins en insuline dépendant de la charge

glucidique des aliments. Une connaissance des aliments qui contiennent des glucides, de l'impact des fibres et des graisses, de l'impact des glucides lents ou rapides sur les variations glycémiques, est nécessaire.

Les recommandations diététiques sont simples et très proches des recommandations générales. Il s'agit d'éviter les trop grandes fluctuations glycémiques.

L'alimentation doit être répartie en 3 principaux repas, complétés si besoin de une ou deux collations.

I.4.4 L'activité Physique

Dans les années cinquante, Joslin a proposé que l'activité physique soit le troisième élément essentiel de la régulation de la glycémie, après l'insuline et l'alimentation, chez les personnes qui ont un diabète de type 1 (ISPAD 2009).

Une activité physique pratiquée régulièrement est un bon moyen d'améliorer l'équilibre de la maladie et la qualité de vie.

Celle-ci est primordiale notamment durant les périodes d'instabilité psychologique, comme la puberté, par exemple.

Si une activité physique est pratiquée régulièrement, la sensibilité à l'insuline est généralement augmentée. L'activité physique augmente la sensibilité à l'insuline du muscle et l'activation des transporteurs du glucose (ISPAD 2009).

L'activité physique fait partie intégrante des recommandations médicales pour le traitement du diabète.

II L'activité Physique chez l'enfant et l'adolescent diabétique de type 1

II.1 Définition

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, l'activité physique, c'est « tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques, entraînant une dépense d'énergie supérieure à celle de repos ».

Les activités physiques à l'école, dans la vie courante, dans le cadre domestique, et les loisirs, font partie de cette définition.

Activité physique et sportive sont 2 choses différentes.

L'activité sportive est un « sous ensemble de l'activité physique, spécialisé et organisé ».

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande au moins 2h30 d'activité physique aérobie par semaine chez l'adulte en bonne santé, données issues des recommandations globales sur « l'activité physique pour la santé » de l'OMS.

Les consensus chez l'enfant et l'adolescent sont en faveur de 60 minutes par jour.

Cependant, une activité plus basse (15 minutes/jour) diminue déjà significativement le risque de survenue de maladies cardiovasculaires par rapport à l'absence d'activité physique (18).

L'Organisation Mondiale de la Santé et le Comité International Olympique recommandent, dans un partenariat, qu'« il faudrait donner aux personnes frappées d'incapacité ou souffrant de maladies chroniques, des conseils sur les exercices et les installations répondant à leurs besoins ».

Récemment, plusieurs campagnes de promotion de la santé, ont été effectuées en France.

Le programme National Nutrition Santé (PNNS) et le Plan National de Prévention par l'Activité Physique ou Sportive (PNAPS) ont pour objectif la promotion d'un mode de vie actif et la lutte contre la sédentarité.

L'activité physique, permettant à la fois un meilleur épanouissement et un meilleur état de santé, est fortement encouragée.

II.2 Les effets bénéfiques de la pratique d'une activité physique régulière

Dans la prise en charge du diabète de type 1, l'activité physique représente un point clé.

En effet, la pratique d'une activité physique régulière induit de nombreux effets bénéfiques sur la santé.

L'entraînement en aérobie pure, l'entraînement en aérobie et anaérobie (mêlant endurance et force) ont des effets positifs sur la qualité de vie (19).

Ce type d'entraînement permet d'améliorer les capacités physiques d'endurance (20).

L'activité physique modifie la composition corporelle, c'est à dire la proportion de masse grasse par rapport à la masse musculaire de l'organisme (20 - 22).

Elle agit sur le profil lipidique en favorisant la fraction d'HDL-C par rapport à celle de LDL-C (23).

Un effet existe également sur la sensibilité des tissus à l'insuline, c'est à dire l'efficacité de l'insuline sur ses récepteurs (24).

Mais moins systématiquement, on note une action sur le contrôle glycémique par la diminution de l'hémoglobine glyquée (HbA1c), ou de marqueurs à moyen et court terme, comme la fructosamine ou la glycémie/glucosurie (23, 25).

Notons que les effets positifs sur le profil lipidique et la fructosamine peuvent parfois être observés seulement après deux semaines d'activité physique intense (25).

Les effets bénéfiques sur le profil lipidique et le contrôle glycémique pourraient, à long terme, diminuer le risque de développer des micro et macroangiopathies.

Enfin l'entraînement joue son rôle sur la minéralisation osseuse (22), sur la fonction endothéliale, c'est à dire la capacité de vasodilatation et de vasoconstriction des vaisseaux et sur les défenses antioxydantes de l'organisme.

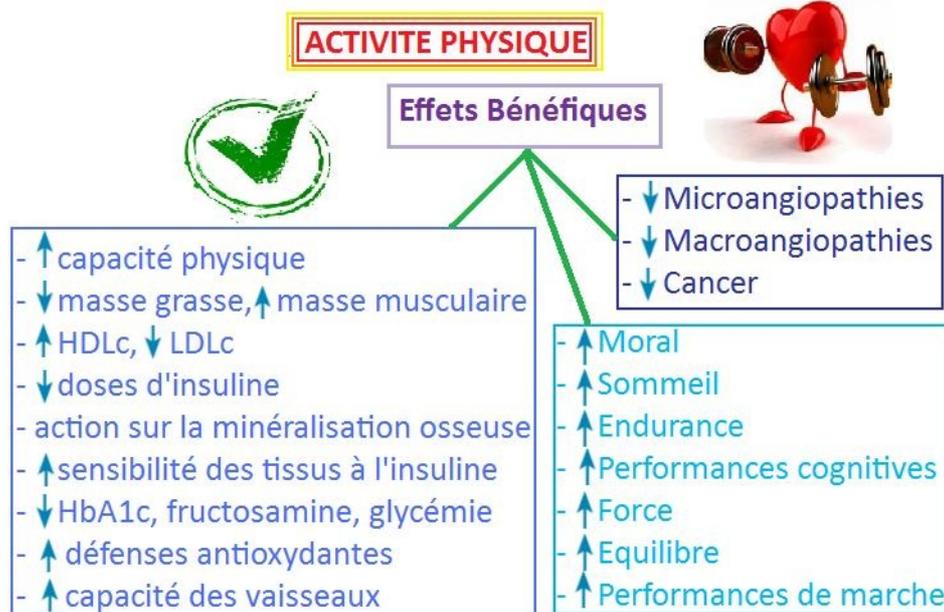
Ainsi, une activité physique habituelle plus importante entre l'âge de 14 et 17 ans est associée à une prévalence moindre de néphropathie et de neuropathie chez des hommes adultes diabétiques de type 1 (26).

Toutefois, l'amélioration de la sensibilité des tissus à l'insuline avec l'entraînement chez le jeune diabétique de type 1, ne s'accompagne pas forcément de la diminution des doses d'insuline journalières et de l'HbA1C (24, 27).

Ceci pourrait en partie s'expliquer par la difficulté des patients à gérer les variations glycémiques importantes et non constantes, car dépendantes de nombreux facteurs :

- le délai depuis le dernier repas
- l'injection d'insuline,
- l'absorption de l'insuline,
- la glycémie initiale,
- l'heure de la journée,
- etc.

En réponse à ces fluctuations et par peur des épisodes hypoglycémiques, les patients pratiquant une activité physique peuvent consommer des glucides plus que nécessaire ou bien diminuer excessivement leurs doses d'insuline (19, 28), ce qui en retour peut induire des hyperglycémies et limiter, voire parfois altérer le contrôle glycémique (28).



1. Bénéfices de l'activité physique (29)

II.3 L'adhésion et les freins à la pratique d'une activité physique

Il ne faut pas déconseiller la pratique du sport aux diabétiques de type 1, mais plutôt l'encourager.

Un bon enseignement, expliquant les troubles glycémiques qui peuvent survenir à l'occasion d'un effort, va permettre au patient de prévenir les perturbations glycémiques.

Une enquête chez des adultes diabétiques de type 1 retrouve quatre freins majeurs à l'activité physique par ordre croissant (30) :

- la perception d'un niveau faible d'aptitude physique
- la perte de contrôle du diabète
- les problèmes d'emploi du temps
- la peur de l'hypoglycémie.

Il existe une relation significative entre le niveau d'activité physique (nombre de pas par jour) et la perception de capacité physique chez les jeunes diabétiques de type 1 (11).

Chez les adolescents, l'aptitude aérobie est en général altérée notamment lorsque l'équilibre du diabète n'est pas respecté (31, 32).

II.4 Les réponses glycémiques à l'exercice et leur gestion

II.4.1 Les variations glycémiques à l'exercice chez le jeune diabétique de type 1

Les hypoglycémies représentent le risque majeur d'une pratique sportive, mais lors d'efforts violents, des hyperglycémies généralement transitoires peuvent apparaître.

La glycémie baisse lors d'une activité physique d'intensité progressivement croissante et lorsqu'elle est d'intensité modérée de façon prolongée (20, 33).

Une chute rapide de la glycémie peut engendrer des sensations de malaise hypoglycémique pour des valeurs normales de glycémie, ce qui pourrait limiter les performances et altérer momentanément les fonctions cognitives (33).

Une hyperglycémie peut parfois survenir dans l'heure qui suit l'activité physique, cette hyperglycémie n'est que passagère.

Il survient de manière plus fréquente des hypoglycémies retardées, nocturnes, surtout lorsque l'activité physique a été réalisé en fin d'après-midi (34).

II.4.2 Les hypoglycémies à l'exercice

- *Les mécanismes physiologiques d'hypoglycémie à l'exercice*

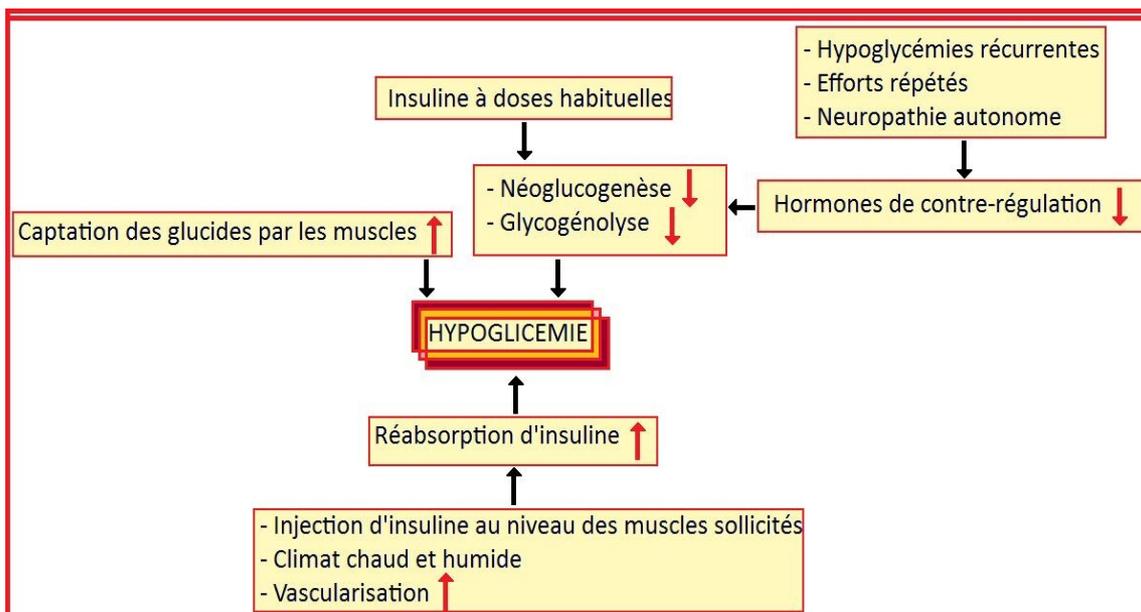
Pour beaucoup de patients diabétiques de type 1, le risque principal en lien avec l'activité physique est la survenue d'hypoglycémies.

L'insuline administrée à doses habituelles avant l'activité physique entraîne une diminution de la glycogénolyse et de la néoglucogenèse (35-37).

Les hypoglycémies récurrentes, des efforts répétés ou une neuropathie autonome déjà présente peuvent réduire la sécrétion des hormones de contre-régulation, ce qui diminue d'autant plus la glycogénolyse et la néoglucogenèse (38, 39).

L'injection d'insuline à proximité des muscles sollicités, un climat chaud et humide accélèrent la réabsorption d'insuline (40-42).

Les hypoglycémies apparaissent au cours de l'effort et juste après, mais peuvent également survenir plusieurs heures après l'activité physique à cause de l'augmentation de la sensibilité à l'insuline. Dans ce contexte, les hypoglycémies nocturnes sont particulièrement redoutées (43).



2. Causes d'hypoglycémie chez le patient diabétique de type 1 durant une activité physique (44)

Le glucose du sang peut entrer dans les cellules grâce à des transporteurs de glucose, dont certains sont appelés les GLUT4.

Pour être fonctionnels , ces transporteurs GLUT4 doivent être situés au niveau de la paroi du muscle et non au niveau de leur lieu de stockage qui se situe à l'intérieur du muscle.

Le déplacement des GLUT4 depuis l'intérieur du muscle jusqu'à la paroi du muscle, s'appelle la translocation des GLUT4. Elle ne peut se faire que si de l'insuline, circulant dans le sang, vient se fixer sur son récepteur de paroi.

Lorsque l'on pratique une activité physique, trois mécanismes se mettent en place pour favoriser l'entrée du glucose dans les muscles, qu'il y ait un diabète ou non :

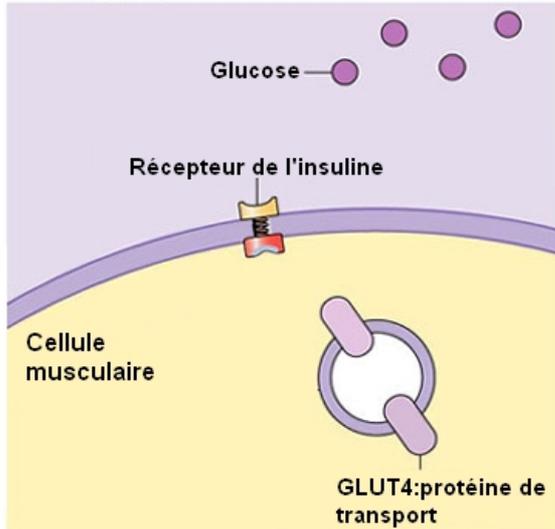
1- Les vaisseaux se dilatent, plus d'insuline arrive près des récepteurs, ce qui stimule davantage la translocation des GLUT4.

2 - Les récepteurs à l'insuline deviennent plus sensibles, c'est à dire que pour une molécule d'insuline fixée sur son récepteur, son action sur la translocation va être beaucoup plus efficace qu'au repos.

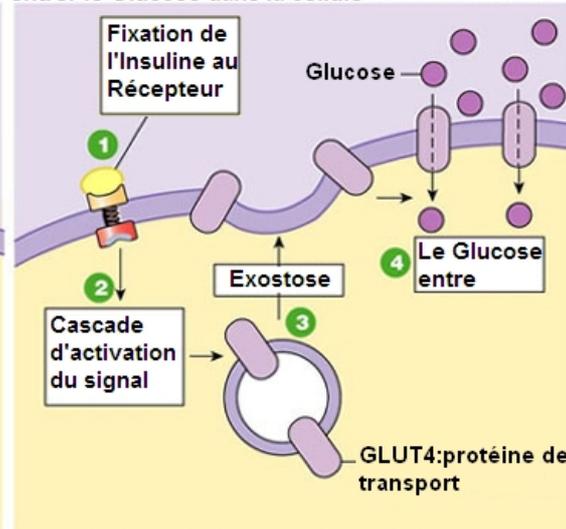
3 - La contraction musculaire va entraîner des modifications de concentrations d'ions ou de molécules clés dans le muscle (comme une augmentation de calcium, une baisse de l'ATP, une baisse d'oxygène). Ces modifications de concentrations activent la translocation.

Ces trois mécanismes permettent donc une augmentation de l'entrée de glucose dans le muscle où il est utilisé comme source d'énergie pour la contraction musculaire.

En l'absence d'insuline, le sucre ne peut pas entrer dans les cellules.



L'activité physique et l'insuline active la cellule pour transporter les GLUT 4 à la membrane, afin de faire entrer le Glucose dans la cellule



3. Mécanisme de la translocation des GLUT (45)

Néanmoins, pour éviter que ces trois mécanismes ne conduisent à une baisse de la glycémie, le pancréas du sujet non diabétique s'adapte de façon physiologique en diminuant sa sécrétion d'insuline dans le sang dès le début de l'exercice.

Cependant, dans le cas d'un diabète, l'insuline est d'origine exogène. On ne peut donc pas réguler physiologiquement sa concentration dans le sang.

Si la personne qui a un diabète réalise un exercice de longue durée ou d'intensité élevée au moment où son insuline présente son pic d'action, la présence de niveaux élevés d'insuline dans le sang a deux conséquences :

1 - Le glucose circulant dans le sang entre massivement dans le muscle via les transporteurs.

2 - L'insuline, en concentration élevée dans le sang, empêche le foie de libérer du glucose via la glycogénolyse ou la néoglucogenèse.

Ceci peut alors entraîner une hypoglycémie (33).

L'enfant diabétique de type 1 doit également faire attention après l'arrêt de l'activité physique. En effet, l'exercice, surtout s'il a été de longue durée et intense, peut favoriser la survenue d'hypoglycémies pendant les 24 h qui suivent l'effort. Ceci est lié au fait que l'augmentation de la sensibilité des récepteurs persiste pendant 24 h après l'effort.

Cette sensibilité accrue des récepteurs musculaires à l'insuline persiste d'autant plus longtemps que la durée et l'intensité de l'exercice ont été élevées. Les réserves de glycogène hépatiques peuvent être utilisées abondamment pour fournir du glucose au muscle durant l'exercice, si bien que le foie peut se retrouver dans l'incapacité de libérer du glucose dans le sang en cas d'hypoglycémie lors de la récupération.

Enfin, les baisses de glycémie durant la récupération sont parfois plus difficilement détectables par le sujet car la réponse adrénargique à l'hypoglycémie (responsable des symptômes d'hypoglycémie comme les sueurs, tremblement, faiblesse, etc...) peut être atténuée après un exercice chez l'adulte ou l'adolescent diabétique de type 1 (46).

II.4.3 Les recommandations pour éviter l'hypoglycémie

La prévention des hypoglycémies nécessite souvent un apport en glucide supplémentaire associé à une réduction des doses habituelles d'insuline.

- *Apport supplémentaire en glucide*

Si l'on décide de faire une activité physique de manière non planifiée, il n'est quelquefois plus possible de réduire les doses d'insuline (sauf pour le patient au bénéfice d'une insulinothérapie par pompe qui peut toujours réduire ou stopper le débit de base) et la prise de glucides supplémentaires reste la seule possibilité.

Lorsque l'activité physique est courte et d'intensité anaérobie élevée, des glucides supplémentaires, pris après l'activité physique, permettent de prévenir une hypoglycémie.

Il faut privilégier, en cours d'effort, un apport de glucides à absorption rapide et facile à digérer, par exemple sous forme de boissons peu sucrées, suivi d'un repas riche en glucides à absorption lente après l'activité physique afin de reconstituer les stocks de glycogène (47 - 50)

Si les doses d'insuline avant l'activité physique ne sont pas diminuées, il est recommandé de consommer plus de 1 à 1,5 g de glucides par kilos et par heure d'activité physique longue et soutenue.

Les repas riches en glucides devraient être consommés juste avant l'activité physique, pour profiter de la période où la sensibilité à l'insuline aidera la glycogénogénèse, et limiter les hypoglycémies après l'activité physique .

Le mélange d'activité physique aérobie et anaérobie (football, vélo, jogging et natation) nécessitera typiquement des glucides supplémentaires avant, possiblement pendant et souvent après l'activité physique.

L'alcool inhibe la néoglucogénèse donc l'hypoglycémie est plus fréquente.

- *Adaptation de l'insuline*

Il ne faut pas injecter l'insuline avant l'effort dans un site qui sera lourdement impliqué dans l'activité musculaire. L'absorption de l'insuline sera accélérée si l'insuline a été injectée près d'un muscle actif à l'exercice (par exemple, éviter la cuisse avant de courir ou éviter le bras avant de faire du surf). Si le sujet a une pompe à insuline, il est possible de diminuer le débit d'insuline, voire de le stopper le temps de l'exercice et d'ôter, momentanément, la pompe si nécessaire.

La dose d'insuline est à adapter selon l'heure, la durée, le type et l'intensité de l'effort. L'utilisation d'une pompe à insuline rend l'adaptation plus facile et permet plus de flexibilité.

Il est indispensable que chaque sportif se teste durant différents types d'activités physiques afin d'ajuster au mieux les doses d'insuline à chaque situation.

Avant l'activité physique, il faut discuter le pourcentage de réduction d'insuline.

Si, l'après-midi ou le soir, l'activité physique était plus intense que d'habitude, ou une activité physique non pratiquée régulièrement, il est souhaitable de contrôler la glycémie au coucher et de diminuer l'insuline lente (ou la basale) de 10 à 20 %.

Si l'activité physique est réalisée au moment d'un pic d'action d'une insuline à action rapide ou pendant l'action d'un bolus réalisé avec une pompe (par exemple, 1 à 2 h après un repas), il est recommandé d'anticiper en diminuant la dose de cette insuline injectée (34).

De même, lors d'une activité physique modérée continue (1h), chez des enfants et des adolescents diabétiques de type 1 sous pompe à insuline, la suspension du débit basal d'insuline (34) ou la diminution de 20 % à 50 % de ce débit basal pendant la durée de l'activité (51) atténuerait la baisse de glycémie et réduirait le risque hypoglycémique pendant l'activité (34) et durant la nuit suivante (51).

Néanmoins, ces suspensions ou réductions de débit basal pendant l'exercice peuvent être sources d'hyperglycémies plus fréquentes durant la récupération précoce (45 mn suivant l'exercice (34) et la nuit qui suit l'exercice (51).

On peut aussi jouer sur les caractéristiques de l'exercice pratique (durée, intensité et modalité d'exercice) pour limiter la baisse de glycémie durant l'exercice et la récupération.

Lorsque des sprints sont rajoutés pendant une activité d'endurance, la baisse de glycémie durant l'exercice et / ou la récupération est limitée (52).

Les sprints stimulent la production des hormones du « stress » comme l'adrénaline ou le cortisol (53), qui sont des hormones hyperglycémiantes.

Pour limiter la baisse de glycémie ou les hypoglycémies à la récupération, lorsque l'on réalise un exercice de longue durée, il pourrait s'avérer intéressant d'ajouter quelques séries de sprints pendant ou à la fin de l'exercice, ou encore d'inclure des exercices de musculation durant l'échauffement.

II.4.4 Les Hyperglycémies à l'exercice

- *Les mécanismes physiologiques d'hyperglycémie à l'exercice*

Comme décrit précédemment, il y a plusieurs situations dans lesquelles une forte sécrétion des hormones de contre-régulation peut survenir, par exemple lors d'efforts violents, de sprints ou de stress psychologique, ainsi que dans un contexte de traumatisme. L'insuline administrée aux doses habituelles n'est dès lors pas adaptée aux besoins supplémentaires, ce qui peut conduire à des hyperglycémies (54, 55).

Ces hyperglycémies sont habituellement passagères et ne sont pas dangereuses. Cependant, chez des patients avec un diabète mal équilibré (HbA1c élevée, présence de corps cétoniques), ces hyperglycémies peuvent causer une déshydratation ou même une décompensation acido-cétosique, ainsi qu'une diminution des performances (56).

Lorsque l'individu est dans un état d'hyperglycémie (ex : glycémie supérieure à 2,5 g/l), le niveau d'insuline présent dans le sang est trop faible pour les besoins du moment. Dans ces conditions, les trois mécanismes stimulant habituellement l'entrée du glucose dans le muscle lors de la contraction ne peuvent pas se déclencher efficacement à l'exercice. Ainsi le glucose circulant ne pourra pas rentrer dans le muscle et restera dans le sang.

Parallèlement, à l'exercice, surtout s'il est intense et prolongé, se produit une sécrétion d'hormones du stress comme le glucagon et l'hormone de croissance qui sont hyperglycémiantes (elles stimulent la libération de glucose du foie vers le sang ; c'est une réponse normale à l'exercice). Ainsi, le manque d'insuline, le mauvais déclenchement des trois mécanismes liés à l'exercice favorisant l'entrée du glucose dans les muscles et la sécrétion des hormones hyperglycémiantes peuvent conduire à l'aggravation de l'hyperglycémie à l'exercice, surtout s'il a été intense (sprint de 400 m, pratique du bloc en escalade, etc).

- *Risque de fatigue à l'exercice en cas d'hyperglycémie*

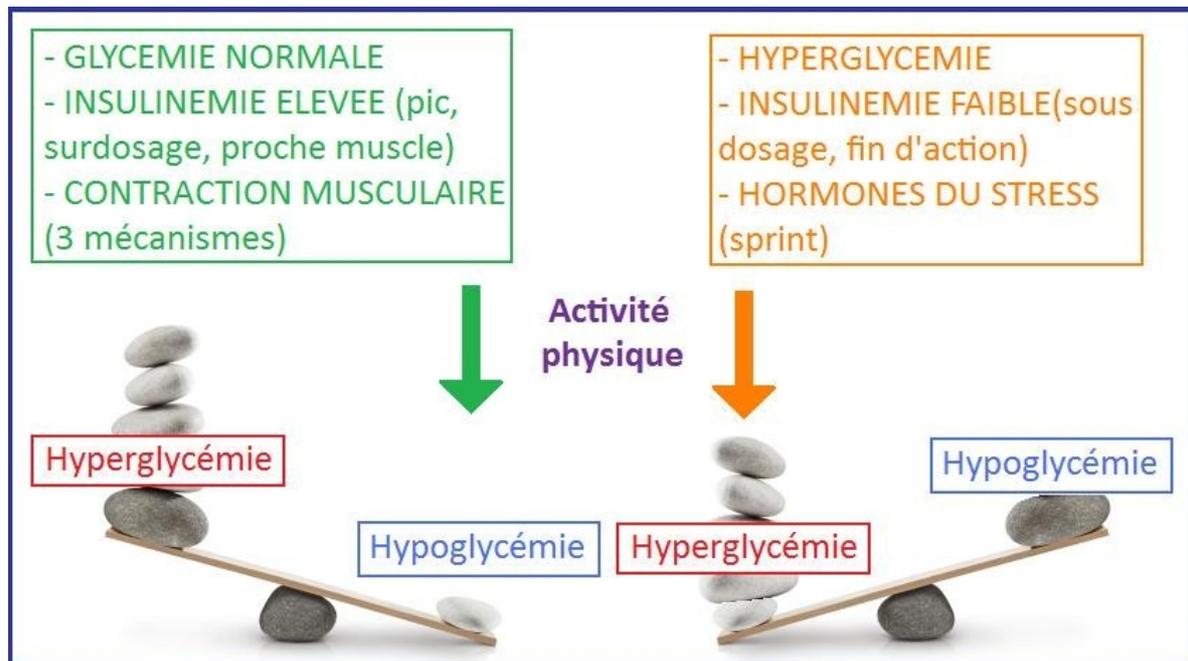
L'association de faibles niveaux d'insuline dans le sang et de la sécrétion des hormones du stress comme le glucagon, l'hormone de croissance, l'adrénaline et le cortisol, vont également favoriser la mobilisation des graisses de notre organisme. Les triglycérides stockés dans le tissu adipeux vont se scinder pour libérer dans le sang des acides gras, qui vont, d'une part, être dégradés dans le muscle pour la production d'énergie, et, d'autre part, être captés par le foie. Dans le foie, le déséquilibre entre l'entrée excessive d'acides gras et la sortie importante de glucose vers le sang va conduire cet organe à accumuler des sous-produits de la dégradation des acides gras : les corps cétoniques. Ces corps cétoniques vont ensuite passer dans le sang et y circuler. Comme ce sont des substances acides, ils peuvent perturber le fonctionnement des neurones et entraîner une sensation de fatigue précoce à l'exercice. Une personne qui a un diabète et qui est en situation hyperglycémique avant et pendant un exercice intense peut ainsi se sentir fatiguée plus rapidement que d'habitude et son niveau de performance peut être diminué (21).

II.4.5 Les recommandations pour éviter l'hyperglycémie

Si la glycémie avant l'activité physique est élevée (Supérieure à 14 mmol/L, 2,5g/l), le sportif doit mesurer les corps cétoniques dans le sang ou dans l'urine et, en cas de résultat avec cétonurie (faible et +), cétonémie (supérieure à 0,5 mmol/L), toute activité physique est déconseillée et devrait être évitée . Donner approximativement 0,05 UI/Kg ou 5% de la dose totale journalière (DTJ, incluant toutes les doses d'insuline avant les repas, les basales de la pompe) et retarder l'activité physique jusqu'à ce que l'acétone ait disparu (recommandations de l'ISPAD 2014).

Lorsqu'on est en hyperglycémie avant l'activité physique, il est conseillé d'éviter les efforts très intenses (ex : sprints lors de sports collectifs, sprint de 400 m en athlétisme) et les exercices dans un contexte stressant comme la compétition au cours desquels notre organisme secrète beaucoup d'hormones du stress qui sont hyperglycémiantes et qui peuvent aggraver l'hyperglycémie. Dans ce cas, il sera préférable d'effectuer des

exercices d'intensité légère à modérée (marche, natation à faible vitesse, balade en vélo, etc.) mais à condition que l'insulinémie de départ ne soit pas trop faible.



4. Hypoglycémie ou hyperglycémie lors de l'activité physique (57)

II.5 Facteurs influençant la régulation de la glycémie au cours de l'exercice physique

Il existe de nombreux facteurs faisant varier l'équilibre du diabète lors de l'activité physique.

- *L'âge*

Les enfants les plus jeunes ont une activité physique spontanée souvent intense . C'est essentiellement la consommation cérébrale de glucose qui prédomine. La pratique d'un sport « organisé » ne produit donc pas forcément un changement important dans la dépense énergétique musculaire.

Les enfants plus grands et les jeunes adolescents ont, le plus souvent, une activité plus occasionnelle et encadrée, mais des efforts d'intensité plus importante peuvent être réalisés au cours d'une pratique sportive courante et de compétition. Il sera donc plus souvent nécessaire d'adapter les moyens pour réguler l'équilibre glycémique.

L'activité physique et la pratique sportive chez les adolescents et les jeunes adultes sont marquées par une grande variabilité temporelle et interindividuelle.

- *Les conditions de pratique (durée, intensité, nature du sport, pratique régulière ou occasionnelle)*

La pratique sportive peut parfois se limiter à la pratique du sport scolaire et à une séance de sport hors temps scolaire de 1 h par semaine (judo, danse, etc.). Pour d'autres, il peut s'agir de 10 h d'entraînement et de compétition par semaine.

- *La présence d'insuline*

Elle dépend de l'heure de la dernière injection d'insuline « rapide » ou du niveau d'insuline de base lié à l'activité de l'insuline « lente » ou au débit basal de la pompe.

Si l'insuline est à un faible niveau, l'activité physique comporte un risque d'aggravation de l'hyperglycémie et peut favoriser l'arrivée de corps cétoniques.

Si l'insuline est à un niveau correct, il existe un risque de baisse de la glycémie. Cependant , l'exercice favorise une amélioration de la glycémie en améliorant la disponibilité des réserves hépatiques (glycogénolyse) et l'action de l'insuline en facilitant l'entrée de glucose dans les muscles.

- *L'alimentation*

La composition du repas (quantité de glucides, index glycémique plus ou moins élevé des glucides consommés et la présence de lipides (un repas mixte comportant des lipides ralentit la digestion des glucides) influencent l'arrivée du glucose (obtenu par la digestion des glucides) dans la circulation sanguine. L'heure du dernier repas influence également le niveau de glycémie au moment où est réalisée l'activité physique.

- *Le site de l'injection (ou de l'insertion du cathéter pour la pompe)*

Il est fonction des muscles utilisés pendant le sport. Il va également exercer une influence en cas de mobilisation plus importante de la zone musculaire où a été appliquée l'injection.

III Les Compétences de l'enfant diabétique de type 1

Il s'agit d'un travail de la Commission Pédagogique de l'association « Aide aux Jeunes Diabétiques », dans le but d'identifier par tranche d'âge les compétences d'auto-soins attendus. Ce travail donne une base pour la mise en œuvre de l'éducation thérapeutique et l'accompagnement des parents et des enfants dans les apprentissages.

III.1 Maîtrise des gestes techniques

Avant 5 ans, l'enfant est attentif au moment de la glycémie et de la cétonurie ou de la cétonémie.

Il se lave les mains et aide à préparer le matériel en réponse à la demande des parents.

L'enfant jette la lancette glycémique et la bandelette urinaire (BU)

Entre 5 et 6 ans, il fait, seul ou avec un adulte, une glycémie (piqûre sur le côté des bouts de doigts) et une acétonurie (urine sur la bandelette) ou une cétonémie.

Entre 7 et 8 ans, il fait, seul ou avec un adulte, la cétonémie. Il prépare le matériel en réponse à la demande des parents et est attentif au moment de l'injection. Il sait également reconnaître et nommer les sites d'injection et jette l'aiguille dans un endroit approprié. L'enfant sous pompe déconnecte et reconnecte la tubulure avec un adulte.

Entre 9 et 10 ans, il fait seul une analyse d'urine (respecte le délai de lecture). Il prépare seul l'injection au stylo et avec un adulte lorsque l'enfant utilise une seringue.

Avec la pompe, il déconnecte et reconnecte seul la tubulure et fait un bolus avant le repas avec un adulte.

Entre 11 et 12 ans, il prépare et fait l'injection seul, repère les lipodystrophies. L'enfant, avec la pompe, fait seul le bolus et la préparation du changement de cathéter.

Entre 13 et 14 ans, il choisit une zone d'injection adaptée pour l'activité physique, il évite les lipodystrophies et explique leurs causes et conséquences. Il sait également varier les zones d'injections selon les principes de rotation. Il pose désormais seul son cathéter et fait le changement de la ligne de perfusion.

Entre 15 et 17 ans, il explique comment on utilise le glucagen.

III.2 Diagnostiquer les signes, les situations et leur gravité

Avant 5 ans, l'enfant dit à un adulte quand ça ne va pas (hypoglycémie ou hyperglycémie)..

Entre 5 et 6 ans, il reconnaît ses signes d'hypoglycémie et ose dire : « je ne me sens pas bien ». L'enfant dit que lors d'une hypoglycémie, il faut manger du sucre.

Entre 7 et 8 ans, il cite ses signes de l'hypoglycémie/hyperglycémie et demande ou prend du sucre quand il se sent en hypoglycémie.

Entre 9 et 10 ans, il fait la glycémie en cas de symptôme d'hypoglycémie, reconnaît la valeur seuil de l'hypoglycémie et il a du sucre sur lui. L'enfant cite les causes de l'hypoglycémie et la traite de façon adaptée. Il repère et cite ses signes d'hyperglycémie ainsi que les causes et les signes de gravité (douleurs abdominales, nausées ou vomissements). Il repère la valeur seuil de l'hyperglycémie, de la cétonémie (0.5 mmol/l), de la cétonurie (+) et recherche l'acétone lorsque la glycémie dépasse 2,50g/l. Il prévient un adulte en cas d'hyperglycémie avec acétone positif.

Entre 11 et 12 ans, le jeune cite les équivalences glucidiques pour traiter son hypoglycémie et identifie sa cause. Il identifie la cause de son hyperglycémie et sait qu'il a besoin d'Insuline Rapide en cas d'hyperglycémie avec acétone. Il repère les signes d'acidocétose (céphalées, polypnée).

Entre 13 et 14 ans, il traite de façon adaptée l'hyperglycémie avec acétone. L'enfant avec la pompe prévoit le matériel nécessaire pour le remplacement de son cathéter ou le schéma de remplacement.

Entre 15 et 17 ans, il utilise le schéma de remplacement

III.3 Comprendre son corps et sa maladie

Entre 7 et 8 ans, il explique : « la glycémie est la mesure du glucose (sucre) dans le sang », « le diabète est dû au manque d'insuline » et il fait le lien entre son traitement et le manque d'Insuline.

Entre 9 et 10 ans, il explique « le trajet d'un morceau de pain », « le glucose apporte de l'énergie », « l'insuline permet d'utiliser le glucose », « l'effet du sport sur la

glycémie ». il définit les mots : glucose – glycémie – glycosurie – cétonémie – cétonurie – hypoglycémie – hyperglycémie – glucides.

Entre 11 et 12 ans, il explique « le lien entre glucides et glycémie, entre hyperglycémie et glycosurie (polyurie), entre acétone et manque d'insuline », « la cause des lipodystrophies ». Il différencie l'effet sur la glycémie des féculents et des produits sucrés, cite le rôle principal de chaque famille d'aliments. Il nomme ses Insulines : rapide et lente (mix), identifie l'Insuline lente/débit de base : pour vivre l'Insuline rapide/bolus : pour manger, utiliser les glucides du repas.

Entre 13 et 14 ans, il cite les nutriments composant les familles d'aliments, les caractéristiques des insulines (délai, durée, pic d'action), il déduit les conséquences d'utilisation des Insulines, explique les causes et conséquences des lipodystrophies et explique quand on utilise le glucagen.

Entre 15 et 17 ans, l'adolescent quantifie les variations d'apport de glucides dans ses repas, calcule la quantité de glucides et estime la quantité de graisses au cours d'un repas. Il explique les effets possibles de l'alcool

Il adapte les doses d'Insuline par rapport à la quantité glucides, en cas de repas riche en graisses, en fonction de l'activité physique et utilise ses expériences pour décider d'une adaptation de son traitement et de son alimentation.

Avec la pompe, il adapte le débit basal.

Le jeune repère des situations de vie dans lesquelles le diabète peut avoir une influence.

VI Les séjours d'éducation thérapeutique

VI.1 Introduction

Il existe actuellement de nombreux supports pour aider l'enfant diabétique. Initialement, l'objectif était l'acquisition de compétences et de savoir-faire dans le but d'obtenir un bon équilibre glycémique et d'éviter les complications (59). Cependant, l'éducation thérapeutique du patient (ETP) a des objectifs beaucoup plus larges : maintenir ou améliorer la qualité de vie (60), pour gérer au mieux la vie avec une maladie chronique (61).

Les séances à l'hôpital, les hospitalisations courtes, les outils informatiques, le soutien entre parents, les applications sur les smartphones sont différentes modalités d'ETP.

Les résultats de nombreuses études montrent l'intérêt de l'ETP chez les enfants atteints d'un diabète pour l'amélioration des connaissances, à moindre mesure pour la qualité de vie et l'équilibre glycémique (62 - 64).

Les séjours d'ETP constituent une approche intéressante surtout sur la rencontre d'autres patients dans la même situation, l'amélioration des connaissances (65, 66) et de l'estime de soi (67, 68).

Les séjours d'éducation thérapeutique consistent à faire partir un groupe d'enfants atteints d'une pathologie chronique, dans un lieu hors de l'hôpital (68). Encadrés par des professionnels de santé et de l'animation, les enfants peuvent profiter d'un véritable temps de vacances.

Les séances d'ETP sont réalisées en fonction de l'âge des enfants et de leurs besoins. L'amélioration des connaissances en rapport à la maladie permet aux jeunes de mieux gérer leur traitement (69).

Le changement de cadre apporte un bénéfice certain. Loin de la vie quotidienne et de l'environnement familial, en présence d'autres jeunes atteints de la même pathologie, on note souvent des progrès qui peuvent perdurer de retour à la maison(65).

Les professionnels de santé devraient participer aux séjours pour enfants diabétiques (recommandations de l'ISPAD guidelines 2014).

Le fait de sortir des villes et d'être dans un environnement plus proche de la nature a aussi été souligné comme élément positif (70). Actuellement, les centres médico-éducatifs de l'AJD sont proches de nombreux parcs nationaux, notamment à Pralognan situé au cœur du premier parc français.

VI.2 L'Aide aux Jeunes Diabétiques

L'Aide aux Jeunes Diabétiques est une association française reconnue d'utilité publique, dont le but est d'aider les jeunes et leur famille à vivre le mieux possible avec le diabète de type 1. Elle fut fondée en 1956, grâce à l'initiative d'un jeune médecin, Henri Lestradet , et des Professeurs Guest et Roger Debré, en association avec les familles de jeunes enfants ayant un diabète.

Le soutien aux jeunes et aux familles, la structuration des « Associations de familles », la recherche, le développement et la publication d'outils nécessaires à l'éducation thérapeutique, la diffusion d'un bulletin d'information trimestriel, la prévention (71) font partie des nombreuses missions de l'AJD.

L'association propose des séjours d'éducation thérapeutique pour les enfants et adolescents, depuis 1953.

L'intérêt est de développer la capacité des jeunes à surveiller eux-mêmes leur équilibre glycémique par la mesure de la glycémie capillaire voire la cétonémie ou cétonurie,

l'apprentissage à adapter les doses d'insuline et découvrir que cela ne les empêche pas d'avoir des activités.

Un autre aspect important est la formation des soignants avant et pendant le séjour (72).

Chaque année, de nombreux week-end de formation sont proposés aux futures équipes encadrants les séjours. Le médecin directeur et le directeur pédagogique sont garants de l'apprentissage de l'équipe tout au long de la préparation et durant le séjour, pour le bien des enfants.

Actuellement, près de 1200 jeunes de 3 à 25 ans sont accueillis chaque année sur 9 centres répartis dans 7 régions de France, mobilisant plus de 400 encadrants. Depuis 1987, des séjours parents-enfants sont proposés aux familles et récemment des séjours jeunes adultes ont vu le jour pour les 18-25 ans.

VI.3 Les séjours d'éducation thérapeutique organisés par l'AJD

Pour que l'enfant puisse participer à un séjour, il faut qu'il s'adresse à son médecin, qui propose le séjour au jeune qui en exprime le besoin ou pour lequel il juge qu'un bénéfice peut être attendu. Étant agrémentés comme Soins de Suite et de Réadaptation (SSR), ces séjours sont couverts par la Sécurité Sociale. Ainsi, même les enfants dont les familles ont de faibles revenus peuvent y participer.

L'encadrement est assuré par des médecins formés, des étudiants en médecine, des infirmiers et puéricultrices, et une équipe de professionnels de l'animation. Ils bénéficient d'une formation avant le séjour, qui les prépare aux spécificités du public accueilli et complète les connaissances médicales des soignants. L'équipe dispose d'un guide pratique contenant des indications et directives pour le bon déroulement du séjour. A noter que certains encadrants peuvent avoir eux-mêmes un diabète de type 1.

Durant la journée, les enfants ont des temps d'activités, où il leur est proposé des activités manuelles et sportives, avec parfois des sorties à la plage ou à la piscine, de l'équitation, des grands jeux. Plusieurs créneaux sont également dédiés à des séances d'ETP en groupe. Les soignants travaillent en association avec les animateurs pour la préparation de ces séances, elles sont adaptées aux tranches d'âge des enfants, au diagnostic éducatif établi en début de séjour, aux attentes, aux besoins et demandes des jeunes.

Les groupes d'enfants sont, à chaque fois, accompagnés par des médicaux, disposant en permanence du matériel pour gérer les déséquilibres glycémiques. Ceci permet aux enfants de se sentir en sécurité au niveau médical et de profiter pleinement des activités.

L'organisation quotidienne est aussi rythmée par les temps de soins, avec passage aux infirmeries avant chaque repas. L'enfant encadré par un médecin et un infirmier, vient y réaliser sa glycémie capillaire et ses injections d'insuline. C'est l'occasion de vérifier la bonne réalisation de ces soins et d'améliorer si possible, par exemple en apprenant à l'enfant à réaliser les gestes techniques ou à essayer de nouveaux sites d'injection.

Les discussions autour de l'adaptation des doses permettent aux enfants de mieux appréhender les schémas d'action des insulines et les adaptations nécessaires dans le cadre du séjour, souvent marqué par une baisse des doses liées à l'activité physique accrue. Les enfants sont mis à contribution par la tenue du carnet de traitement; comprendre leur traitement insulinique et les modifications nécessaires en fonction des activités prévues et des résultats des glycémies antérieures. C'est un support très intéressant pour s'adapter en fonction des activités physiques précédentes et futures.

VI.4 Les pédagogies de la décision

Depuis le début des années 2010, de nouvelles pédagogies appelées «pédagogies de la décision» sont utilisées au sein des différents séjours toujours afin d'améliorer l'éducation thérapeutique du jeune diabétique de type 1.

C'est dans les années 1990 que Jean Houssaye (73) crée «les pédagogies de la décision » pour expliquer et conceptualiser sa pratique en colonies de vacances.

Il définit les outils qu'il utilise: le jeu libre, le cahier du bonheur, le cahier de rôle, le conseil et explique que ces pédagogies s'appuient sur un processus de socialisation spécifique : l'individualisation (72).

V L'étude

V.1 Objectif de l'étude

Chez les enfants ayant un diabète de type 1 et participant à un séjour d'ETP proposé par l'AJD, l'étude présente visait à recueillir les aptitudes et les compétences d'auto-soins de l'enfant lors de la prise en charge d'une activité physique.

Les objectifs secondaires étaient de tout d'abord comparer ces compétences acquises avec le référentiel des compétences par tranche d'âge (établi par le comité pédagogique de l'AJD), ensuite de décrire la nature des activités physiques pratiquées, les modalités d'hydratation et d'alimentation de l'enfant lors d'une activité physique et de comparer les niveaux d'HbA1c en fonction de l'investissement sportif.

V.2 Matériel et méthode

V.2.1 Déroulement de l'étude

Il s'agit d'une étude qualitative, observationnelle, monocentrique qui a été réalisée dans le centre de Soins de de Suite et de Réadaptation de l'AJD à Saint-Sorlin d'Arves.

Nous avons sélectionné les patients présents sur le centre du 5 au 25 juillet 2014. Ainsi, tous les patients dont les parents ont donné leur consentement et ayant consenti, eux-même, ont répondu à l'auto-questionnaire (cf. Annexe, page 77).

Sur 56 enfants présents au séjour, 42 ont consenti à participer à l'étude. Elle consistait à remplir un auto-questionnaire de 5 pages composé des différents aspects importants de l'activité physique : celle favorite et pratiquée par le jeune, la compétition, la durée de l'activité, le matériel pris, les contrôles glycémiques, l'adaptation des doses, l'alimentation, l'hydratation, les resucrages, le lieu d'injection, les conduites à tenir en cas de déséquilibre glycémique.

Les questionnaires étaient délivrés par les animateurs santé [étudiant(e)s en médecine et infirmiers(ères) diplômé(e)s d'état] présents sur le séjour. L'enfant complétait seul le questionnaire qui était ensuite anonymisé avant l'analyse des réponses.

Ce questionnaire a été élaboré à partir des dernières recherches sur l'activité physique et du questionnaire de l'étude du Dr Vidart (5) (Etude réalisée en collaboration avec l'AJD et l'Union Sport et Diabète (USD)).

Il n'existe actuellement pas de questionnaire validé au niveau international sur ce sujet.

V.2.2 Recueil des données

Par ailleurs, Les informations suivantes ont été tirées de la base de données de l'AJD : sexe, âge, ancienneté du diabète, nombre de séjours AJD, taille, poids, Z-score d'IMC, schéma thérapeutique. Le niveau d'HbA1c est celui qui a été déclaré dans le dossier d'inscription en séjour AJD et dans la fiche de liaison remplie par les parents au moment de l'admission.

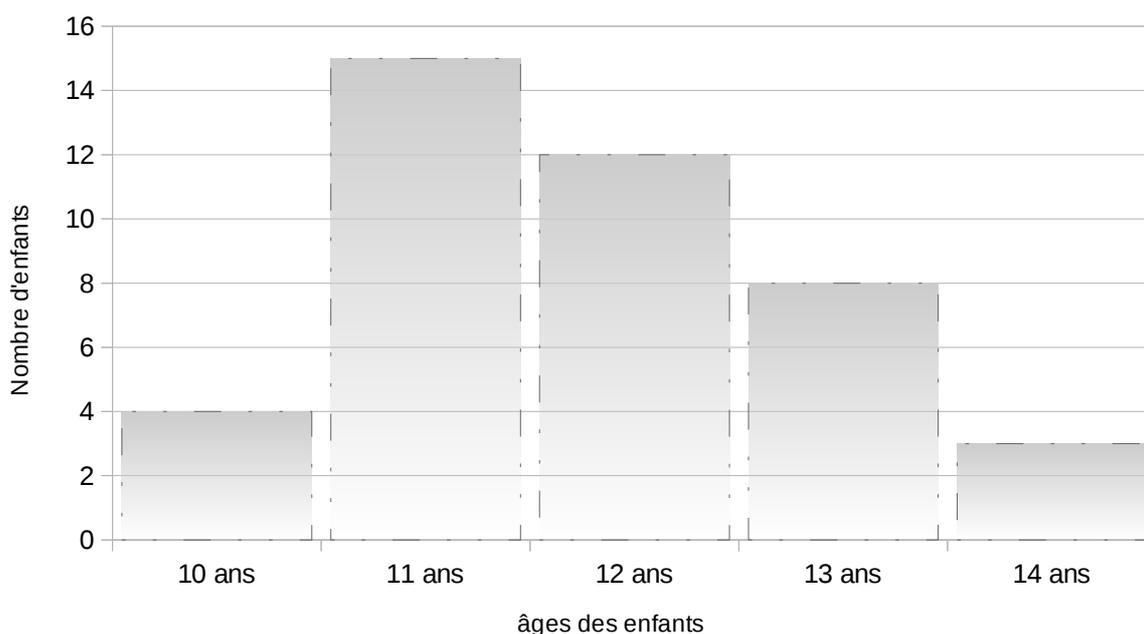
V.2.3 Analyse statistique

L'analyse des données comprend le descriptif des pratiques sportives, de la gestion du diabète lors d'une activité physique. Les résultats seront présentés à l'aide de figures reprenant l'ordre du questionnaire.

Les tests analytiques utilisés sont : Chi-deux, test de T de la loi de Student, régression linéaire, avec de l'outil BiostaTGV : <http://marne.u707.jussieu.fr/biostatgv/?module=tests>

V.3 Résultats

L'étude a donc inclus au total 42 jeunes ayant un diabète de type 1, âgés de 10 à 14 ans dont 52 % de garçons.



5. Répartition des enfants en fonction de leur âge

43 % des jeunes étaient sous pompe à insuline et 24 % avait un diabète découvert il y a moins de 2 ans.

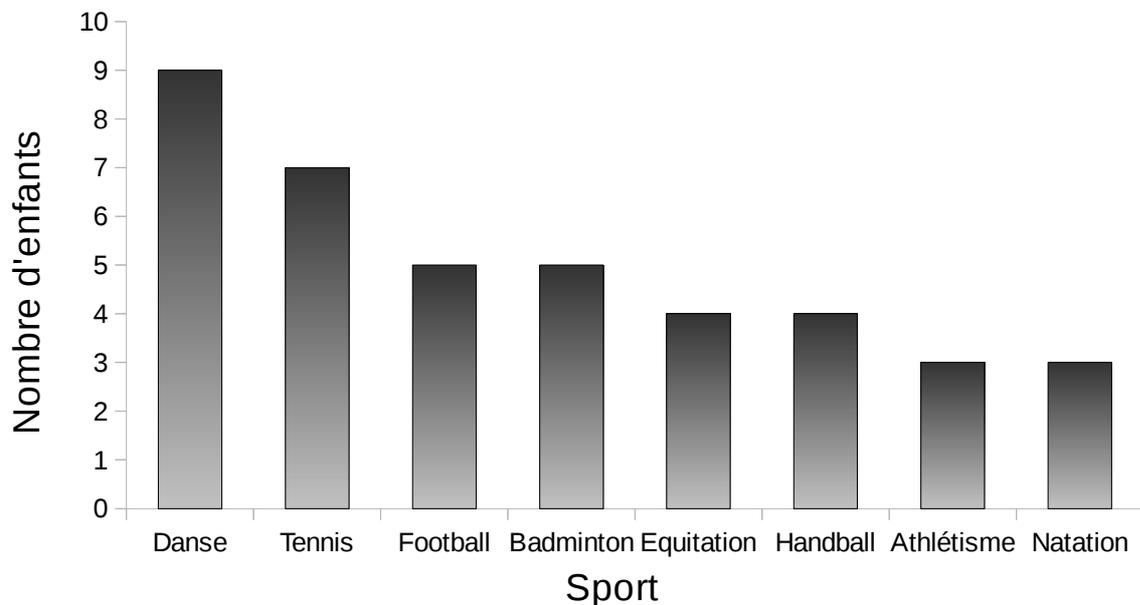
L'HbA1C moyenne était de 7,8 % ($\sigma_x = 0,94$), et 56 % avaient une HbA1C $\leq 7,5$ % (Médiane). 11,7 % et 6,9 % correspondent aux valeurs d'HbA1C extrêmes de la population.

Enfin, l'Indice de Masse Corporel (IMC) moyen était de 17,95m/kg² ($\sigma_x = 2,06$).

96 % des enfants pratiquent une activité physique qui vient se rajouter à l'éducation physique et sportive en milieu scolaire.

40% des enfants font de la compétition.

Les sports représentés sont globalement les mêmes que pour la population globale (Insee 2012).



6. Activités physiques, les plus pratiquées par les enfants

La danse représente la première activité physique (21,4 % des enfants) favorite et pratiquée par 45 % des filles. Puis vient le tennis (16,7 %), le badminton (12%), le football (12%) pratiqué par 21 % des garçons.

2 enfants pratiquent des sports de combat dont 1 de la boxe française.

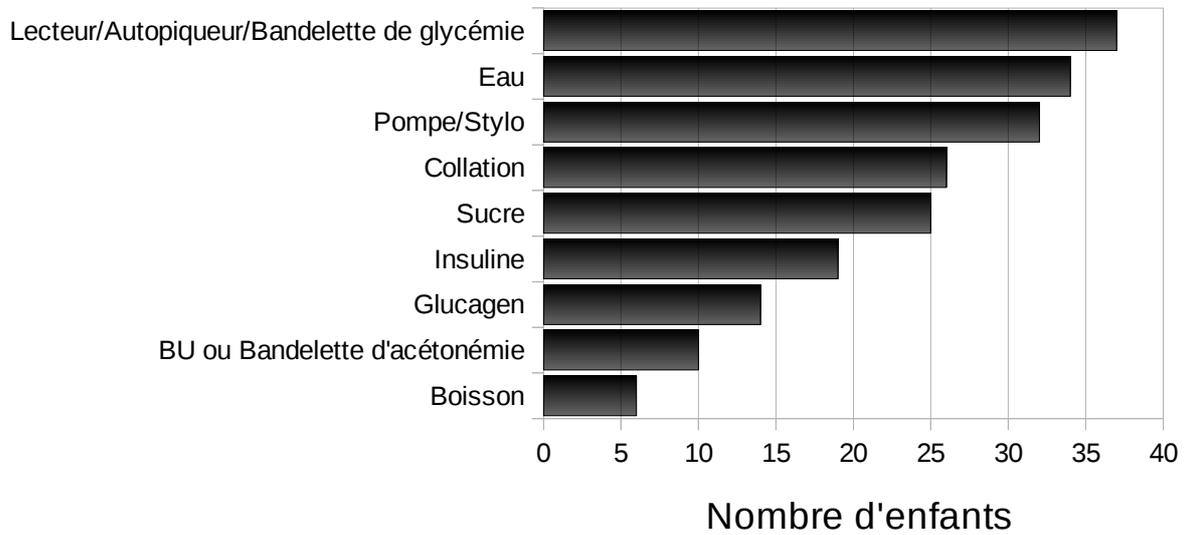
La durée la plus fréquente de l'activité physique est de 2h, dont une durée moyenne de: 1h49 ($\sigma_x = 46\text{min}$).

Le matériel : Pour aller faire une activité physique, l'enfant prend en général, en premier lieu, son lecteur, son auto-piqueur, ses bandelettes de glycémie, de l'eau, sa pompe ou ses stylos, une collation et du sucre.

Il est rare qu'il prenne ses bandelettes de cétonémie ou ses bandelettes urinaires et le kit de glucagen.

55 % ne prennent jamais de bandelettes de cétonémie ou de cétonurie.

Matériel

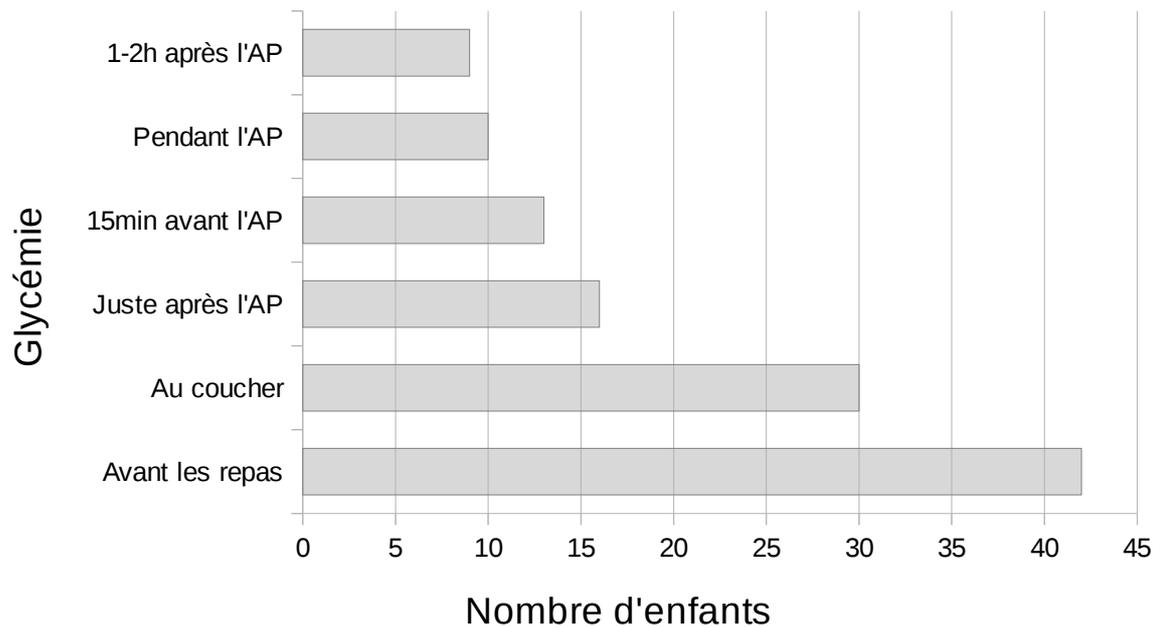


7. Matériel prit par le jeune en premier lieu

Les glycémies : Tous mesurent leur glycémie avant les repas.

Le contrôle glycémique au coucher n'est pas fait systématiquement chez 14 % des jeunes et 7 % des enfants ne le font pas du tout.

Le contrôle juste après l'activité physique est le plus fréquent, réalisé dans près de 38 % des cas. La glycémie pendant l'activité physique est tout de même faite dans 24 % des cas malgré les nombreuses difficultés de réalisation.



8. Glycémies réalisées

L'adaptation : L'augmentation de l'apport en glucides lors du repas précédant l'activité physique (AP) est fait par 86 % des enfants.

Sur 18 enfants sous pompe, 12 déconnectent la tubulure, 7 diminuent le bolus avant le repas précédant l'activité physique, et 5 ne changent pas les doses. 3 seulement réalisent parfois un débit basal temporaire moins important et un enfant utilise le bolus avant de déconnecter la pompe.

67 % vont la déconnecter et/ou 39 % vont diminuer le bolus avant le repas précédant l'AP.

Sur 24 enfants avec les stylos, 9 diminuent la dose d'insuline avant le repas précédant l'activité physique, 6 diminuent le bolus avant le repas suivant l'activité physique, 6 diminuent l'insuline lente du soir suivant l'activité physique et/ou diminuent l'insuline lente de la veille, 4 ne changent pas les doses.

Les resucrages : 8 enfants prennent une collation (environ 20 grs de Glucides) avant l'activité physique, 4 pendant et 3 après l'activité physique.

Si, il prend la collation, pendant l'activité physique, ce sera plutôt toutes les heures.

Moyenne : toutes les 1h06 ($\sigma_x=37\text{min}$).

Les boissons : 19 enfants prennent de l'eau ou une boisson peu sucrée (6-8 % de Glucides) pendant l'activité physique.

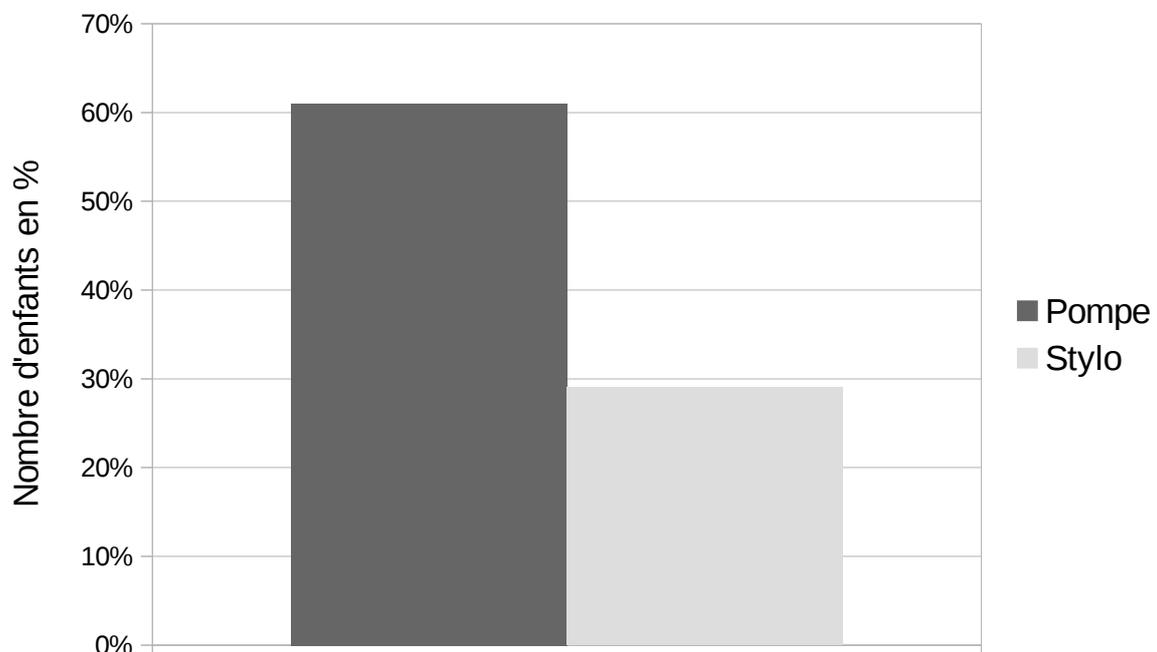
Si, il prend de l'eau ou une boisson peu sucrée, pendant l'activité physique, ce sera plutôt toutes les heures, avec une moyenne de 56 minutes ($\sigma_x=37\text{min}$).

Le site d'injection : 10 enfants, sous stylos, modifient le lieu d'injection suivant l'activité physique qu'ils vont faire. 4 seulement, sous pompe, modifient le lieu de pose du cathéter.

Au total, 64 % ne changeront pas de site d'injection.

43 % font l'injection sur le ventre, avant une AP.

La gestion de l'hyperglycémie : Si, il a une glycémie $> 2,5\text{g/l}$ avant l'activité physique, il recherche la cétose (sang ou urine), dans 61 % des cas chez l'enfant sous pompe et seulement dans 29 % des cas, si, il a un stylo.



9. Recherche de cétose (glycémie $> 2,5\text{g/l}$ avant l'AP)

Avec la pompe, si, il a une hyperglycémie avec cétose(acétone) > 0,5mmol/l, l'enfant fait un supplément d'insuline rapide dans 72 % des cas et il évite ou retarde l'activité physique dans 67 % des cas.

Avec les stylos, si, il a une hyperglycémie avec cétose(acétone) > 0,5mmol/l, l'enfant fait un supplément d'insuline rapide dans 62,5 % des cas, et il évite ou retarde l'activité physique dans 42 % des cas.

La prévention et la gestion de l'hyperglycémie avec cétose est beaucoup moins bonne que pour l'hypoglycémie, cet événement étant peut-être moins fréquent.

Les patients sous pompe connaissent beaucoup mieux l'hyperglycémie avec cétose et ses risques, probablement car ce phénomène est beaucoup plus fréquent avec la pompe.

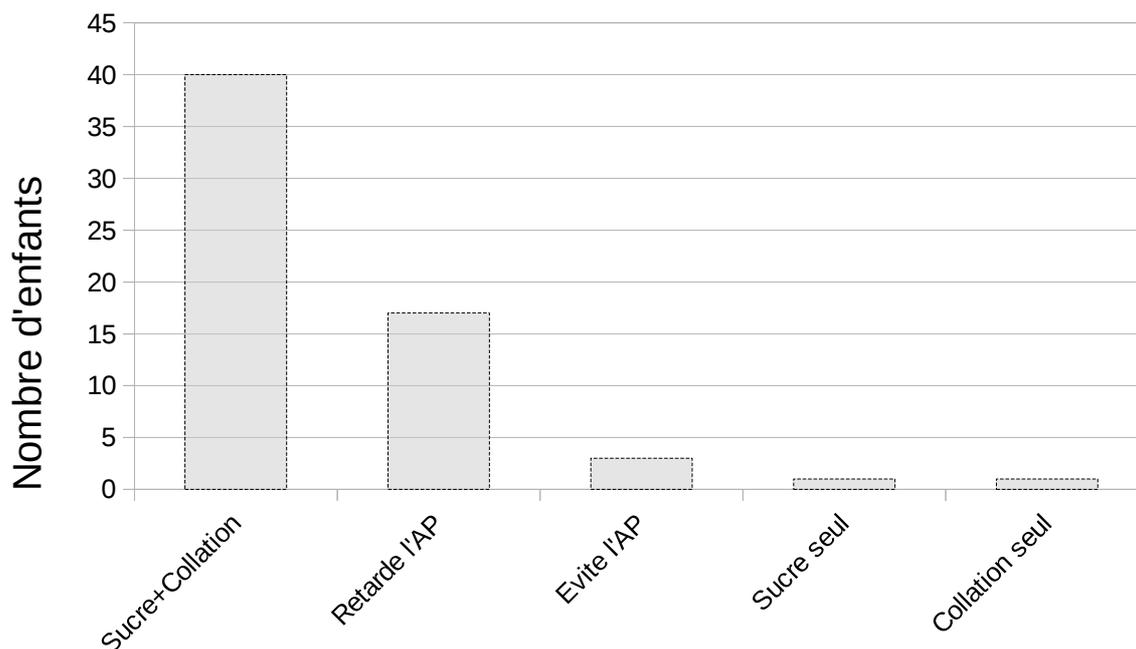
La recherche de cétose lors d'une hyperglycémie n'est pas réalisée systématiquement dans plus de 48% des cas.

La réalisation d'un supplément d'insuline lors d'une hyperglycémie avec cétose est irrégulièrement faite.

Il en est de même pour l'arrêt de l'activité physique.

Ces chiffres montrent l'importance du travail autour de l'information et de la prévention de cétose lors d'une activité physique.

La gestion de l'hypoglycémie :



10. *Prise en charge de l'hypoglycémie (glycémie < 0,6g/l avant l'AP)*

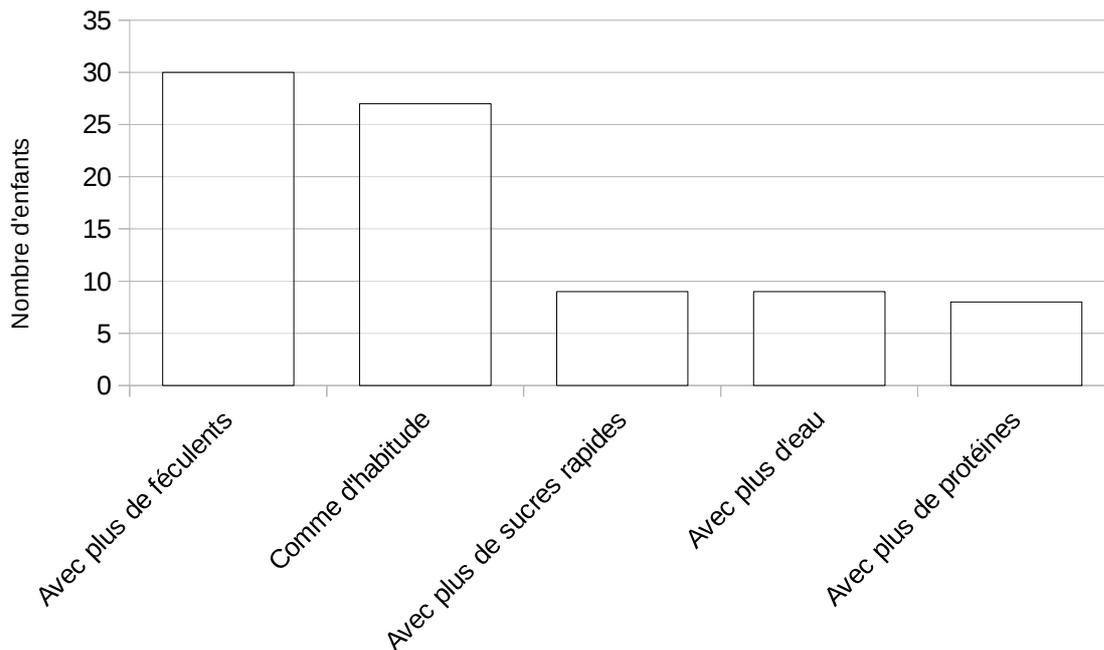
Si, il a une glycémie < 0,60g avant l'activité physique, tous les enfants se resucent, 90 % prennent du sucre puis une collation, 10 % prennent du sucre ou une collation seule. 40 % retardent et 7 % évitent l'AP.

Si, il a une glycémie < 1,2g/l avant l'activité physique, 79 % font l'activité physique, 52 % mangent une collation, 38 % prennent du sucre, 24 % prennent une boisson peu sucrée et 5 % évite l'activité physique.

67 % prennent un resucrage (collation, sucre ou boisson) si la glycémie est < 1,20g/l.

Si, il a une glycémie < 1,5g/l avant une compétition, 94 % font l'activité physique et 94 % se resucent (collation, sucre ou boisson), seulement 12 % évite l'AP.

L'alimentation : Avant et Après, l'activité physique, les repas du jeune seront très souvent plus riches en féculents dans 71% des cas, 17 % mangeront comme d'habitude, 21 % avec un pichet d'eau supplémentaire, 21 % plus riches en sucres rapides, 19 % plus riches en protéines.



11. Adaptation des repas avant et après une activité physique.

Nous avons comparé les compétences d'auto-soins de l'enfant lors de la prise en charge d'une activité physique avec le référentiel des compétences par tranche d'âge (établi par le comité pédagogique de l'AJD).

Nous nous sommes intéressés aux enfants de la tranche d'âge 10-14 ans, présents sur le séjour.

Seulement 52 %, des enfants du séjour, recherchent de l'acétone lorsque la glycémie dépasse 2,5g/l.

A partir de 11 ans, 67 % des enfants savent qu'ils ont besoin d'Insuline Rapide en cas d'hyperglycémie avec acétone.

Entre 13 et 14 ans, 55 % des adolescents traitent de façon adaptée l'hyperglycémie avec acétone, c'est à dire qu'ils font un supplément d'insuline et ils retardent ou évitent l'AP. 33 % des adolescents, sous pompe, prévoient le matériel nécessaire pour le remplacement de son cathéter ou le schéma de remplacement.

Les adolescents, âgés de 13 à 14 ans, choisissent, seulement dans 27 % des cas, une zone d'injection adaptée pour l'activité physique.

Nous avons également étudié la différence du taux d'HbA1c entre les enfants pratiquant une activité physique durant plus ou moins de 2h hors activité scolaire et ceux pratiquants la compétition.

La moyenne de l'HbA1c :

-des compétiteurs est de 8,16 % ($\sigma_x = 1,28$ %),

-des non-compétiteurs est de 7,54% ($\sigma_x = 0,45$ %),

-des pratiquants d'une AP durant plus de 2h est de 7,56 % ($\sigma_x = 0,6$ %)

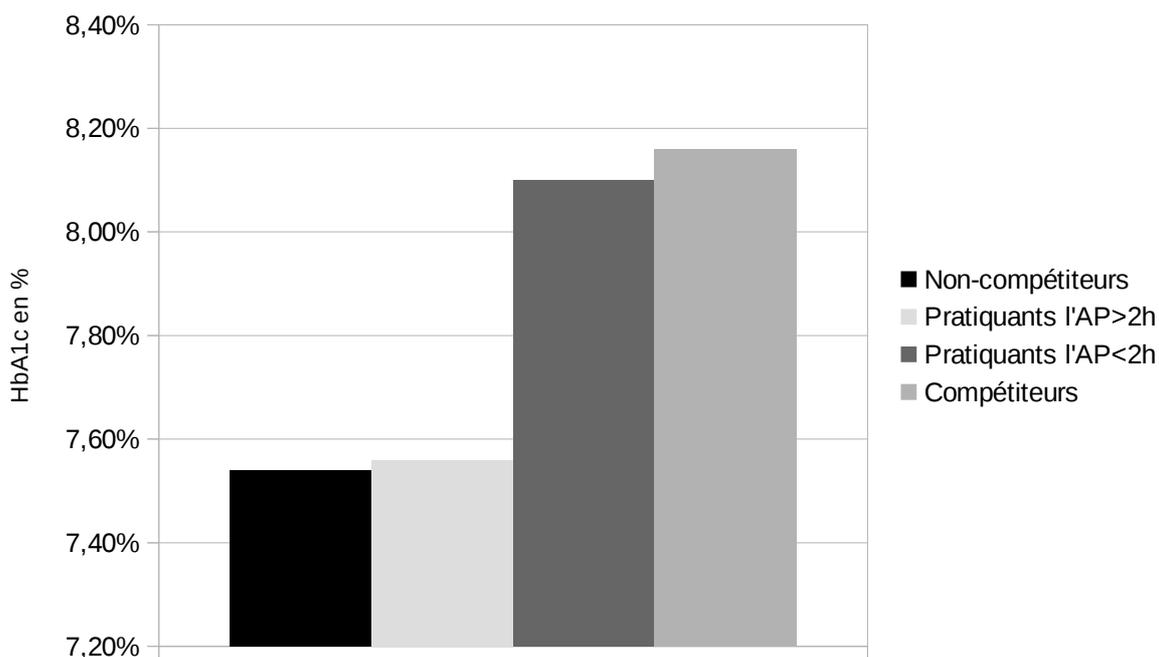
-des pratiquants d'une AP durant moins de 2h est de 8,1 % ($\sigma_x = 1,19$ %)

Il existe une différence significative entre les niveaux d'HbA1c en fonction de l'investissement sportif des enfants en dehors de l'école, notamment entre les compétiteurs et non-compétiteurs, $p = 0,03$;

On retrouve également une différence significative entre les niveaux d'HbA1c des pratiquants d'une AP durant plus de 2h et ceux durant moins de 2h, $p = 0,04$;

Il n'existe cependant pas de différence significative entre les niveaux d'HbA1c des pratiquants d'une AP durant <2h et les compétiteurs, $p = 0,44$;

Entre les pratiquants d'une AP durant >2h et les non-compétiteurs, $p = 0,4$.



12. Niveaux d'HbA1c en fonction de l'investissement sportif des enfants en dehors de l'école.

Les enfants pratiquants la compétition doivent affronter beaucoup plus de situations stressantes et susceptibles de déséquilibrer les glycémies, on note l'HbA1c la plus élevée. Les enfants réalisant des AP pendant moins de 2 heures ont également une HbA1c proche des compétiteurs, probablement qu'ils ne sont pas aussi habitués à gérer l'équilibre du diabète par rapport à leurs pairs pratiquants des AP pendant plus de 2h. La compétition semble ne pas être un facteur améliorant l'équilibre glycémique.

En réponse aux fluctuations glycémiques et par peur des épisodes hypoglycémiques, lors d'une activité physique, un apport trop important de glucides ou une diminution trop importante de l'insuline, induisent des hyperglycémies et limite, voir parfois altère le contrôle glycémique (19, 28).

L'amélioration de la sensibilité des tissus à l'insuline avec l'activité physique, ne s'accompagne pas forcément de la diminution des doses d'insuline journalières et de l'HbA1C (24, 27).

VI Discussion

Mon projet de thèse a débuté lors d'un séjour parents-enfants de l'AJD à Gouville-sur-mer en 2012.

Le séjour d'éducation thérapeutique est un lieu propice aux expérimentations du jeune par la présence du personnel médical et les pédagogies de la décision utilisées sur certains centres peuvent permettre une meilleure acquisition des connaissances par le jeune.

L'encadrement de nombreux séjours de l'AJD notamment avec les pédagogies de la décision m'ont permis de constater que nous ne connaissions que très peu, les compétences des jeunes dans la gestion de leur diabète au cours d'une activité physique.

Il y a un avantage certain pour ces jeunes à pratiquer une activité physique mais la prise du matériel adéquat, les contrôles, l'adaptation, les injections, l'alimentation, les hyperglycémies et les hypoglycémies, ne sont pas simples à gérer.

Une analyse, de ces difficultés, s'avérait nécessaire pour connaître les besoins des enfants et pouvoir proposer des solutions.

Le projet s'est donc construit sur l'hypothèse qu'il existe des difficultés, pour des jeunes ayant un diabète, à gérer leur maladie lors d'une activité physique.

Ainsi que l'hypothèse que les compétences d'auto-soins des jeunes lors d'une activité physique peuvent être très différentes mais le résultat sur l'équilibre glycémique reste pour autant similaire.

Il est alors apparu utile de mettre en place une enquête visant à révéler les pratiques des jeunes, connaître leurs difficultés et leurs caractéristiques afin de dégager des solutions.

J'ai réalisé ce questionnaire à partir des dernières études récentes se basant sur cet outil d'étude.

L'objectif principal de cette étude était de faire l'état des lieux des aptitudes des jeunes ayant un diabète de type 1 à gérer l'activité physique et identifier les difficultés de gestion qu'ils peuvent rencontrer.

Les objectifs secondaires étaient, tout d'abord, de comparer les compétences d'auto-soins de l'enfant lors de la prise en charge d'une activité physique avec le référentiel des compétences par tranche d'âge (établi par le comité pédagogique de l'AJD), ensuite de décrire la nature des activités physiques pratiquées, les modalités d'hydratation et d'alimentation de l'enfant lors d'une activité physique et de comparer les niveaux d'HbA1c en fonction de l'investissement sportif.

L'analyse des pratiques des enfants, lors d'une activité physique, fait ressortir plusieurs éléments importants, notamment que plus l'enfant rencontre une situation, mieux il saura la gérer.

On note le manque de connaissance du jeune sur le risque d'hyperglycémie et d'hypoglycémie grave, lors et au cours d'une activité physique, par l'oubli de la prise du kit de glucagen et des bandelettes de cétonémie ou de cétonurie.

A noter que quelques enfants ne se contrôlent pas systématiquement au coucher, ceux-ci ne connaissent donc sûrement pas les risques d'hypoglycémies retardées après l'AP.

Le débit basal temporaire, la réalisation d'un bolus avant de déconnecter la pompe, sont des techniques très peu connues des jeunes sous pompe. La déconnexion et/ou la diminution du bolus avant le repas précédant l'AP sont faites de façon fréquente.

Avec les stylos, la diminution des doses d'insuline avant le repas précédant l'AP est loin d'être faite systématiquement.

Mais contrairement à l'étude du Dr Vidart (5), ici, les jeunes adaptent aussi bien leur alimentation et leurs doses d'insulines lors d'une activité physique.

Les collations, lorsqu'elles sont prises, elles le sont de manière fréquente durant l'AP, à raison de quasiment une collation par heure.

L'importance de l'hydratation semble tout de même bien connue des jeunes.

L'enfant semble peut connaître l'intérêt de changer de site d'injection suivant l'activité physique. La sangle abdominale, moins impliquée dans beaucoup de sport, est tout de même le site privilégié pour l'injection.

La recherche de cétose est généralement peu faite en cas d'hyperglycémie.

Ces données concordent avec les autres études réalisées auparavant.

En effet, l'étude Diab'sport (18), issue de la thèse du Dr Vidart, a analysé la gestion du diabète durant une activité physique. Réalisée sur 13 séjours de l'AJD, sur la France métropolitaine et à la Réunion, au cours de l'été 2012, elle a inclus 577 jeunes ayant un diabète de type 1 et l'outil d'étude était également un questionnaire. Les résultats montraient que les enfants utilisent plus facilement l'apport de glucides que l'adaptation des doses d'insuline lors d'une activité physique prévue. Les contrôles glycémiques sont encore peu effectués surtout pendant le sport. La gestion de l'hypoglycémie est bien acquise tandis que l'hyperglycémie avec acétone reste mal gérée.

Notre étude montre que les jeunes, sous pompes, connaissent mieux les risques de l'hyperglycémie et les recommandations pour la gérer.

La gestion de l'hypoglycémie, assez fréquente, est plutôt bien connue des enfants mais très peu renoncent à l'activité physique lorsque la glycémie est $< 0,6\text{g/l}$ avant l'activité physique.

L'importance de l'augmentation de l'apport de féculents avant et après l'activité physique afin de reconstituer les réserves de glycogène semble acquis par une majorité des jeunes.

La comparaison avec le référentiel des compétences par tranches d'âge, retrouve les mêmes difficultés chez ces jeunes. Notamment, il semble indispensable de les aider dans la prise en charge de l'hyperglycémie et le choix du site d'injection avant l'AP.

Les résultats obtenus montrent que les quarante-deux enfants, ayant consenti à répondre à l'auto-questionnaire, ne maîtrisent pas toutes les compétences nécessaires à la prise en charge de l'activité physique mais il est indispensable de renforcer l'éducation thérapeutique sur plusieurs points.

La recherche de cétose lors d'une hyperglycémie, la réalisation d'un supplément d'insuline et le repos lors d'une hyperglycémie avec cétose, le changement de site d'injection en fonction de l'activité sont des réflexes encore peu acquis.

Concernant l'activité physique, pour limiter la baisse de glycémie ou les hypoglycémies à la récupération, lorsque l'on réalise un exercice de longue durée, il pourrait s'avérer intéressant d'ajouter quelques séries de sprints pendant ou à la fin de l'exercice, ou encore d'inclure des exercices de musculation durant l'échauffement (57).

L'étude présente permet de montrer que les séjours d'éducation thérapeutique sont indispensables pour expérimenter et acquérir des réflexes afin d'appréhender au mieux l'activité physique.

Le fait de faire partie d'un groupe, de ne pas se sentir jugé, d'être compris dans ses difficultés et ses mécanismes d'adaptation, permet à l'enfant de se sentir en confiance et de gagner en assurance. Le séjour constitue un environnement où le fait d'avoir un diabète est la norme plutôt que l'exception, et la prise de conscience que d'autres partagent la même situation peut aider les enfants à supporter les contraintes liées à la maladie.

Dans le cadre du séjour, les temps de soins sont souvent vécus plus facilement par les enfants, puisque tout le groupe y participe, l'alimentation est la même pour tous.

Les pédagogies de la décision semblent jouer un rôle important dans l'épanouissement et l'accomplissement de l'enfant. Il est au centre de l'attention, l'adulte a une place d'aidant et d'accompagnant (72).

Laisser plus de place à l'enfant dans les soins est d'ailleurs primordial.

L'activité physique est un outil d'éducation thérapeutique, une source de bien-être et d'équilibre, de motivation pour un meilleur équilibre glycémique.

Amener un enfant atteint de diabète à une activité physique régulière et sans risque est indispensable pour sa prise en charge.

Les équipes soignantes, les associations de patients, les professionnels sportifs, l'éducation nationale ont tous la possibilité de proposer aux enfants atteints de diabète, un encadrement adapté pour la pratique d'activités physiques sans risques.

Pour cet encadrement, les médecins généralistes ont aussi leur place. Ils restent indispensables pour le dépistage du diabète de type 1 avant le stade d'acidocétose (14) et pour une prise en charge globale des enfants. Ils ont en effet accès à des informations plus complètes concernant l'environnement de l'enfant et peuvent être essentiels lors

de périodes délicates comme en fin d'adolescence pour éviter que les jeunes adultes abandonnent leur suivi médical.

Le médecin généraliste a un rôle crucial dans la prévention des risques pour la santé, l'alimentation, l'activité physique, le bien-être du patient.

Il s'agit d'un transfert progressif des compétences à l'enfant, pour que celui-ci soit ensuite à même de gérer de façon autonome sa maladie chronique.

Le praticien est au centre du suivi du patient atteint d'une maladie chronique.

VII Limites de l'étude

Il faut d'abord noter que seulement 42 enfants sur 56 présents sur le séjour ont consenti à répondre à l'auto-questionnaire.

Le nombre faible des enfants interrogés est également à prendre en compte, l'inclusion de participants sur d'autres séjours aurait pu permettre de compléter les données.

Un des biais, à noter, et non négligeable est que le questionnaire réalisé pour l'étude n'a pas été relu et validé par un comité d'experts.

Cette étude était menée par un questionnaire fermé, et ne listait pas tous les éléments faisant partie de la prise en charge d'une activité physique. L'aspect restrictif de cet outil d'étude ne permet pas l'obtention de données exhaustives des compétences d'auto-soins.

L'enfant complétait seul le questionnaire. Certaines questions n'étaient pas forcément adaptées aux plus jeunes du groupe.

On peut noter un biais de confusion, puisque les compétences réelles de l'enfant, lors de la prise en charge d'une activité physique, ne correspondent pas toujours aux compétences recueillies dans le questionnaire.

Il aurait pu être intéressant de relever, les observations des soignants, sur les compétences de l'enfant au début du séjour.

Les résultats obtenus sur cet échantillon de population ne peuvent être généralisés à l'ensemble des enfants diabétiques de type 1.

Les jeunes présents sur le séjour viennent de tous les milieux socio-culturels mais les ceux-ci ont bénéficié, avant le séjour, d'un suivi et d'une éducation thérapeutique particulière et hétérogène. De surcroît, il existe un biais de sélection car la population d'enfants participants au séjour AJD n'est pas véritablement représentative de tous les enfants diabétiques de type 1 dans cette tranche d'âge.

Une réévaluation à distance aurait été souhaitable pour cerner les bénéfices à long terme de ce séjour.

Malgré ces limites, nous pensons que les expériences vécues lors de ce séjour sont inestimables pour l'enfant quels qu'en soient les bénéfices à long terme. Il y a ainsi tout lieu d'encourager le développement de tels séjours avec ce genre de pédagogie.

VIII Conclusion

Les 42 jeunes ayant rempli cet auto-questionnaire lors du séjour d'été de l'AJD de Saint-Sorlin d'Arves 2014 sont plutôt sportifs.

Cependant, l'étude montre que les patients sous pompe connaissent mieux l'hyperglycémie avec cétose et ses risques, et donc sa prise en charge par rapport aux patients sous stylos.

La recherche de cétose lors d'une hyperglycémie, la réalisation d'un supplément d'insuline, le repos lors d'une hyperglycémie avec cétose, le changement de site d'injection en fonction de l'activité sont des réflexes encore peu acquis. Cela montre que les enfants ont un grand besoin d'éducation thérapeutique dans ce domaine pour une pratique sans risque.

La comparaison, avec le référentiel des compétences, conforte le travail à entreprendre sur la gestion de l'hyperglycémie.

L'équilibre glycémique semble meilleur chez le jeune pratiquant une activité physique pendant plus de 2 heures, mais la compétition n'apparaît pas améliorer l'équilibre glycémique. Une des principales hypothèses reste que la diminution excessive des doses d'insuline ou l'augmentation trop importante de l'apport en glucides avant un exercice intense est source d'hyperglycémies.

Cette étude ouvre des perspectives d'études intéressantes. Une analyse plus précise reste néanmoins indispensable.

Dans les suites, une mise à jour du dossier de l'AJD, Activité physique - Sport et Diabète, sera effectuée avec la collaboration du Dr Carine Choleau.

Le questionnaire sera proposé sur d'autres séjours.

En parallèle de la prise en charge hospitalière indispensable, un séjour d'éducation thérapeutique permet l'expérimentation et l'acquisition de réflexes pour appréhender

au mieux l'activité physique. Il devrait être proposé et accessible à tous les enfants et jeunes adultes qui en expriment le besoin.

Les séjours avec les pédagogies de la décision semblent permettre au jeune de s'épanouir plus facilement et d'acquérir en toute sécurité les compétences d'auto-soins lors d'une activité physique.

IX Bibliographie

1. Variation and trends in incidence of childhood diabetes in Europe. EURODIAB ACE Study Group. *Lancet*. 2000 Mar 11;355(9207):873–6.
2. Barat P, Valade A, Brosselin P, Alberti C, Maurice-Tison S, Lévy-Marchal C. The growing incidence of type 1 diabetes in children: The 17-year French experience in Aquitaine. *Diabetes Metab*. 2008 Dec;34(6):601–5.
3. Thunander M, Petersson C, Jonzon K, Fornander J, Ossiansson B, Torn C, Edvardsson S, Landin-Olsson M. Incidence of type 1 and type 2 diabetes in adults and children in Kronoberg, Sweden. *Diabetes Res Clin Pract* 2008; 82: 247-255.
4. Vandewalle CL, Coeckelberghs MI, De Leeuw IH, Du Caju MV, Schuit FC, Pipeleers DG, et al. Epidemiology, clinical aspects, and biology of IDDM patients under age 40 years. Comparison of data from Antwerp with complete ascertainment with data from Belgium with 40% ascertainment. The Belgian Diabetes Registry. *Diabetes Care*. oct 1997;20(10):1556-61.
5. Vidart J. Sport et diabète de type 1 : l'activité physique de 577 jeunes français en 2012. 8 juill 2014;81.
6. DIAMOND Project Group. Incidence and trends of childhood Type 1 diabetes worldwide 1990-1999. *Diabet Med*. août 2006;23(8):857-66.
7. Patterson CC, Dahlquist GG, Gyürüs E, Green A, Soltész G, EURODIAB Study Group. Incidence trends for childhood type 1 diabetes in Europe during 1989-2003 and predicted new cases 2005-20: a multicentre prospective registration study. *Lancet*. 13 juin 2009;373(9680):2027-33.
8. Lévy-Marchal C, Patterson C, Green A. Variation by age group and seasonality at diagnosis of childhood IDDM in Europe. The EURODIAB ACE Study Group. *Diabetologia*. juill 1995;38(7):823-30.

9. Weets I, Kaufman L, Van der Auwera B, Crenier L, Rooman RPA, De Block C, et al. Seasonality in clinical onset of type 1 diabetes in Belgian patients above the age of 10 is restricted to HLA-DQ2/DQ8-negative males, which explains the male to female excess in incidence. *Diabetologia*. avr 2004;47(4):614-21.
10. Dorman JS, Bunker CH. HLA-DQ locus of the human leukocyte antigen complex and type 1 diabetes mellitus: a HuGE review. *Epidemiol Rev*. 2000;22(2):218-27.
11. Gillespie KM, Bain SC, Barnett AH, Bingley PJ, Christie MR, Gill GV, et al. The rising incidence of childhood type 1 diabetes and reduced contribution of high-risk HLA haplotypes. *Lancet*. 6 nov 2004;364(9446):1699-700.
12. Ilonen J, Reijonen H, Green A, Reunanen A, Knip M, Simell O, et al. Geographical differences within Finland in the frequency of HLA-DQ genotypes associated with type 1 diabetes susceptibility. The Childhood Diabetes in Finland Study Group. *Eur J Immunogenet*. août 2000;27(4):225-30.
13. Kukko M, Virtanen SM, Toivonen A, Simell S, Korhonen S, Ilonen J, et al. Geographical variation in risk HLA-DQB1 genotypes for type 1 diabetes and signs of beta-cell autoimmunity in a high-incidence country. *Diabetes Care*. mars 2004;27(3):676-81.
14. Choleau C, Maitre J, Elie C, Barat P, Levy-Marchal C, Cahane M, et al. Effet de la première année de la campagne nationale d'information sur la fréquence de l'acidocétose au diagnostic du diabète de type 1 chez l'enfant et l'adolescent. Article soumis à *Diabetes & Metabolism*.
15. Keen H. The Diabetes Control and Complications Trial (DCCT). *Health Trends*. 1994;26(2):41-3.
16. Kordonouri O, Maguire AM, Knip M, Schober E, Lorini R, Holl RW, et al. Other complications and associated conditions with diabetes in children and adolescents. *Pediatr Diabetes*. 2009 Sep;10 Suppl 12:204-10.
17. Haute Autorité de Santé. Diabète de type 1 de l'enfant et l'adolescent [Internet]. Saint Denis : HAS; 2007. Available from: http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/ald8_guidemedecin_diabetepediatrie_revunp_vucd.pdf

18. Wen CP, Wai JPM, Tsai MK, Yang YC, Cheng TYD, Lee M-C, et al. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet*. 1 oct 2011;378(9798):1244-53.
19. D'hooge R, Hellinckx T, Van Laethem C, Stegen S, De Schepper J, Van Aken S, et al. Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. avr 2011;25(4):349-59.
20. Michaliszyn SF, Faulkner MS. Physical activity and sedentary behavior in adolescents with type 1 diabetes. *Res Nurs Health*. oct 2010;33(5):441-9.
21. Heyman E, Toutain C, Delamarche P, Berthon P, Briard D, Youssef H, et al. Exercise training and cardiovascular risk factors in type 1 diabetic adolescent girls. *Pediatr Exerc Sci*. nov 2007;19(4):408-19.
22. Maggio ABR, Rizzoli RR, Marchand LM, Ferrari S, Beghetti M, Farpour-Lambert NJ. Physical activity increases bone mineral density in children with type 1 diabetes. *Med Sci Sports Exerc*. juill 2012;44(7):1206-11.
23. Aouadi R, Khalifa R, Aouidet A, Ben Mansour A, Ben Rayana M, Mdini F, et al. Aerobic training programs and glycemic control in diabetic children in relation to exercise frequency. *J Sports Med Phys Fitness*. sept 2011;51(3):393-400.
24. Landt KW, Campaigne BN, James FW, Sperling MA. Effects of exercise training on insulin sensitivity in adolescents with type I diabetes. *Diabetes Care*. oct 1985;8(5):461-5.
25. Torres-Tamayo M, Perez-Pasten LE, Barron-Urbe C, Hermida-Gutierrez I, Zamora-Gonzalez J, Cardoso-Saldaña G, et al. Improved metabolic control does not change plasma lipoprotein(a) levels in adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Arch Med Res*. 1998;29(4):307-12.
26. Kriska AM, LaPorte RE, Patrick SL, Kuller LH, Orchard TJ. The association of physical activity and diabetic complications in individuals with insulin-dependent diabetes mellitus: the Epidemiology of Diabetes Complications Study--VII. *J Clin Epidemiol*. 1991;44(11):1207-14.

27. Baevre H, Søvik O, Wisnes A, Heiervang E. Metabolic responses to physical training in young insulin-dependent diabetics. *Scand J Clin Lab Invest.* avr 1985;45(2):109-14.
28. Ramalho AC, de Lourdes Lima M, Nunes F, Cambuí Z, Barbosa C, Andrade A, et al. The effect of resistance versus aerobic training on metabolic control in patients with type-1 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract.* juin 2006;72(3):271-6.
29. Brigitte Santos-Eggimann, Laurence Seematter-Bagnoud, Constanze Lenoble-Hoskovec, Christophe Büla ; Promotion de l'activité physique chez les aînés : enjeux et stratégies spécifiques ; *Rev Med Suisse* 2012;8:1453-1457 ; fig 1
30. Brazeau A-S, Rabasa-Lhoret R, Strychar I, Mircescu H. Barriers to Physical Activity Among Patients With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care.* nov 2008;31(11):2108
31. Fintini D, Di Giacinto B, Brufani C, Cafiero G, Patera PI, Turchetta A, et al. Impaired energy expenditure despite normal cardiovascular capacity in children with type 1 diabetes. *Horm Res Paediatr.* 2012;78(1):1-7.
32. Poortmans JR, Saerens P, Edelman R, Vertongen F, Dorchy H. Influence of the degree of metabolic control on physical fitness in type I diabetic adolescents. *Int J Sports Med.* août 1986;7(4):232-5.
33. Heyman E, Briard D, Dekerdanet M, Gratas-Delamarche A, Delamarche P. Accuracy of physical working capacity 170 to estimate aerobic fitness in prepubertal diabetic boys and in 2 insulin dose conditions. *J Sports Med Phys Fitness.* juin 2006;46(2):315-21.
34. Diabetes Research in Children Network (DirecNet) Study Group, Tsalikian E, Kollman C, Tamborlane WB, Beck RW, Fiallo-Scharer R, et al. Prevention of hypoglycemia during exercise in children with type 1 diabetes by suspending basal insulin. *Diabetes Care.* oct 2006;29(10):2200-4.
35. Wasserman DH, Zinman B. Exercise in individuals with IDDM. *Diabetes Care.* août 1994;17(8):924-37.
36. Steppel JH, Horton ES. Exercise in the management of type 1 diabetes mellitus. *Rev Endocr Metab Disord.* déc 2003;4(4):355-60.
37. Riddel MC, BarOrO, Ayub BV, et al. Glucose ingestion matched with total carbohydrate utilisation attenuates hypoglycaemia during exercise in adolescents with IDDM. *Int J Sport Nutr* 1999;9:2434.

38. Galassetti P, Mann S, Tate D, et al. Effects of antecedent prolonged exercise on subsequent counterregulatory responses to hypoglycemia. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2001;280:E908-17.
39. Ertl AC, Davis SN. Evidence for vicious cycle of exercise and hypoglycemia in type 1 diabetes mellitus. *Diabetes Metab Res Rev* 2004;20:124-30.
40. Koivisto VA, Felig P. Effects of leg exercise on insulin absorption in diabetic patients. *N Engl J Med* 1978; 298:79-83.
41. Hildebrandt P. Subcutaneous absorption of insulin in insulin-dependant diabetic patients. Influence of species, physico-chemical properties of insulin and physiological factors. *Dan Med Bull* 1991;38:337-46.
42. Zinman B, Murray FT, Vranic M, et al. Glucoregulation during moderate exercise in insulin treated diabetics. *J Clin Endocrinol Metab* 1977;45:641-52.
43. Tansey MJ, Tsalikian E, Beck RW, et al. The effects of aerobic exercise on glucose and counterregulatory hormone concentrations in children with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2006;29:20-5.
44. Claudio Büsser, Patrick Meyer, Jacques Philippe, François R. Jornayvaz, Sport et diabète de type 1, *Rev Med Suisse* 2013;9:1200-1205; fig 1
45. Benjamin Cummings ; Pearson Education, Inc. ; fig. 22-12. 2007
46. Sandoval DA. Effects of low and moderate antecedent exercise on counterregulatory responses to subsequent hypoglycemia in type 1 diabetes. 2004
47. Grimm J J, Ybarra J, Berné C, et al. A new table for prevention of hypoglycaemia during physical activity in type 1 diabetic patients. *Diabetes Metab* 2004;30: 465-70.
48. Vanelli M, Corchia M, Iovane B, et al. Self-monitoring adherence to physical activity in children and adolescents with type 1 diabetes. *Acta Biomed* 2006;77 (Suppl. 1):47-50.
49. Jimenez C, Corcoran M, Crawley J, et al. National Athletic Trainers' Association position statement : Management of the athlete with type 1 diabetes mellitus. *J Athl Train* 2007;42:536-45.
50. Halle M, Kemmer F, Stumvoll M, et al. Körperliche Aktivität und Diabetes mellitus ; Evidenzbasierte Leitlinie der Deutschen Diabetes-Gesellschaft. www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de.

51. Taplin CE, Cobry E, Messer L, McFann K, Chase HP, Fiallo-Scharer R. Preventing post-exercise nocturnal hypoglycemia in children with type 1 diabetes. 2010
52. Rabasa-Lhoret R. Guidelines for premeal insulin dose reduction for postprandial exercise of different intensities and durations in type 1 diabetic subjects treated intensively with a basal-bolus insulin regimen (ultralente-lispro). 2001
53. Guelfi KJ, Ratnam N, Smythe GA, Jones TW, Fournier PA. Effect of intermittent high-intensity compared with continuous moderate exercise on glucose production and utilization in individuals with type 1 diabetes. 2007
54. Mitchell TH, Abraham G, Shiffrin A, et al. Hyperglycemia after intense exercise in IDDM subjects during continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabetes Care* 1988;11:311-7.
55. Guelfi KJ, Jones TW, Fournier PA. The decline in blood glucose levels is less with intermittent high-intensity compared with moderate exercise in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2005;28:1289-94.
56. Hornsby WG, Chetlin RD. Management of competitive athletes with diabetes. *Diabetes Spectr* 2005;18: 102-7.
57. L'enfant et l'activité physique : de la théorie à la pratique, ouvrage, Editions Désiris, MARTIN Vincent RATEL Sébastien [Internet]. [cité 18 mars 2015]. Disponible sur: http://www.adverbium.fr/l-enfant-et-l-activite-physique--de-la-theorie-a-la-pratique-martin-vincent-ratel-sebastien-editions-desiris_ouvrage-desiris_4s3a1lwr7dy8.html
58. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes--2013. *Diabetes Care*. 2012 Dec 20;36(Supplement_1):S11–S66.
59. World Health Organization. Therapeutic Patient Education : Continuing Education Programmes for Health Care Providers in the field of Chronic Disease [Internet]. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe; 1998 [cited 2013 Mar 6].
60. Haute Autorité de Santé. Structuration d'un programme d'éducation thérapeutique du patient dans le champ des maladies chroniques [Internet]. Saint Denis : HAS; 2007 [cited 2013 Mar 6].
61. Grey M. Interventions for children with diabetes and their families. *Annu Rev Nurs Res*. 2000;18:149–70.

62. Armour TA, Norris SL, Jack L Jr, Zhang X, Fisher L. The effectiveness of family interventions in people with diabetes mellitus: a systematic review. *Diabet Med J Br Diabet Assoc.* 2005 Oct;22(10):1295–305.
63. Couch R, Jetha M, Dryden DM, Hooton N, Liang Y, Durec T, et al. Diabetes Education for Children With Type 1 Diabetes Mellitus and Their Families [Internet]. 2008 [cited 2013 Jun 27].
64. Semiz S, Bilgin UO, Bundak R, Bircan I. Summer camps for diabetic children: an experience in Antalya, Turkey. *Acta Diabetol.* 2000;37(4):197–200.
65. Maertens K, Ponjaert-Kristoffersen I. The expectations and experiences of children attending Burn Camps: a qualitative study. *J Burn Care Res Off Publ Am Burn Assoc.* 2008 Jun;29(3):475–81.
66. Török S, Kökönyi G, Károlyi L, Ittész A, Tomcsányi T. Outcome Effectiveness of Therapeutic Recreation Camping Program for Adolescents Living with Cancer and Diabetes. *J Adolesc Health.* 2006 Sep;39(3):445–7.
67. Maslow GR, Lobato D. Summer camps for children with burn injuries: a literature review. *J Burn Care Res Off Publ Am Burn Assoc.* 2010 Oct;31(5):740–9.
68. Health C on S. Creating Healthy Camp Experiences. *Pediatrics.* 2011 Apr 1;127(4):794–9.
69. Maslow GR, Lobato D. Diabetes summer camps: history, safety, and outcomes. *Pediatr Diabetes.* 2009 Jun;10(4):278–88.
70. Desai PP, Sutton LJ, Staley MD, Hannon DW. A qualitative study exploring the psychosocial value of weekend camping experiences for children and adolescents with complex heart defects. *Child Care Health Dev.* 2013 Mar 31;
71. Cahane M, Choleau C. Les maisons de l'Aide aux Jeunes Diabétiques : de la prise en charge à la recherche clinique. *Diabète Obésité MG.* 2013 Mars;8(hors série 3):16.
72. BOCQUET Jean-Michel, «La thèse de la colo libre...», http://www.univrouen.fr/civiic/memoires_DEA/textes/memoire_bocquet_jean-michel_2012_mardif.pdf
73. HOUSSAYE Jean, *Et pourquoi que les colos elles sont pas comme ça?*, Matrice, Paris, 1995

X Annexes

- Questionnaire.....	77
- Notice d'informations aux parents.....	82
- Consentement de participation.....	85
- Verso de la Thèse.....	87



Grille d'aptitudes / Séjour: Saint Sorlin 1 été 2014

Nous te remercions de bien vouloir remplir cette grille d'aptitudes.

Son but est de découvrir, comment tu gères l'activité sportive.

Il est très important que tu répondes de façon précise et sincère.

Cela peut aider toi et tes copains à faire du sport plus facilement.

Lors de l'analyse des réponses, tous les questionnaires seront anonymisés.

Nom/Prénom :

Date de naissance : / /

Activité physique Favorite et Pratiquée :

Je fais de la compétition : OUI NON

Quand je fais une activité physique, c'est en général pendant:(environ)

15min 30min 1h 2h 3h 4h et plus



Pour aller faire une activité physique, je prends :

	Fait	Plus ou moins	Non Fait
xSucre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xLecteur/Auto-piqueur/Bandelettes de glycémie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xPompe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xStylo ou seringue	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xInsuline	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xCollation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xEau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xBandelettes de cétonémie ou Bandelettes urinaire	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xGlucagen(kit de glucagon)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Je mesure ma glycémie :

	Fait	Plus ou moins	Non Fait
xAvant les repas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
x1 à 2h avant l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
x15 minutes avant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xpendant l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJuste après	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
x1 à 2 h après l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xau coucher	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Comment je fais avec mon Insuline ?

Avec la POMPE :

	Fait	Plus ou moins	Non Fait
xJe déconnecte ma pompe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe fais un débit basal temporaire moins important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe ne change pas mes doses	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe diminue le bolus(insuline rapide) avant le repas précédant l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



xJe diminue le bolus avant le repas suivant

l'activité physique

xJe fais un bolus avant de déconnecter la pompe

Avec les STYLOS :

	Fait	Plus ou moins	Non Fait
xJe ne change pas mes doses	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe diminue le bolus avant le repas précédant			
l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe diminue le bolus avant le repas suivant			
l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe diminue l'insuline lente de la veille	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe diminue l'insuline lente du soir suivant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe fais autrement :			

Je prends une collation (environ 20 grs de Glucides) :

	Fait	Plus ou moins	Non Fait
xAvant l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xAprès l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xPendant l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Si pendant l'activité physique, Fait ou Plus ou moins fait :

/2h /h /30min /15min

Je prends de l'eau ou une boisson peu sucrée (6-8% de glucides) :

	Fait	Plus ou moins	Non Fait
xAvant l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xAprès l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xPendant l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Si pendant l'activité physique, Fait ou Plus ou moins fait :

/2h /h /30min /15min

Je modifie le lieu d'injection suivant l'activité physique que je vais faire ?

OUI NON

Où je /pose mon KT/fais l'injection avant l'activité physique ?

Bras Cuisse Ventre Fesse Autre :.....

J'ai une glycémie > 2,50g avant l'activité physique :

	Fait	Plus ou moins	Non Fait
xJe recherche la cétose(sang ou urine)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Si j'ai une hyperglycémie avec cétose(acétone) > 0,5mmol/l :

	Fait	Plus ou moins	Non Fait
xJe fais un supplément d'insuline rapide	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe retarde l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJ'évite l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

J'ai une glycémie < 1,20g avant l'activité physique :

	Fait	Plus ou moins	Non Fait
xJe mange une collation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe fais l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJ'évite l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe prends du sucre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe prends une boisson peu sucrée	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



J'ai une glycémie < 1,50g avant une *compétition* (si tu as coché «compétition» en première page):

	Fait	Plus ou moins	Non Fait
xJe mange une collation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe fais l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJ'évite l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe prends du sucre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe prends une boisson peu sucrée	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

J'ai une glycémie < 0,60g avant l'activité physique :

	Fait	Plus ou moins	Non Fait
xJe prends du sucre puis une collation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJe retarde l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
xJ'évite l'activité physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Avant et Après, l'activité physique, mes repas seront :

xcomme d'habitude	<input type="radio"/>
xplus gras	<input type="radio"/>
xplus riches en féculent	<input type="radio"/>
xavec un verre d'eau supplémentaire	<input type="radio"/>
xplus riches en sucre rapide	<input type="radio"/>
xplus riches en protéines	<input type="radio"/>

NOTICE D'INFORMATIONS AUX PARENTS

AJD-Séjour Saint-Sorlin été 2014

Promoteur de l'étude : association Aide aux Jeunes Diabétiques

9, avenue Pierre de Coubertin - 75013 PARIS

Contact : Carine Choleau – Chargée des missions scientifiques – 01 44 16 89 87

e.mail : carine.choleau@ajd-educ.org

Titre de l'étude : Séjour d'éducation thérapeutique pour enfants ayant un diabète de type 1 : analyse des compétences d'auto-soins des enfants dans la prise en charge de l'activité physique.

Code de l'étude : AJD-Séjour Saint-Sorlin été 2014

Contexte de l'étude

La vie avec un diabète nécessite l'apprentissage de connaissances (développement et évolution de la maladie, traitement par l'insuline, alimentation...), et de gestes techniques (mesure de la glycémie, injections...). Elle demande aussi et surtout de s'adapter face à toutes les situations du quotidien, prévues ou imprévues, et d'apprendre à réagir face aux variations de la glycémie.

L'éducation thérapeutique permet d'acquérir ou de maintenir ces compétences indispensables, de mieux comprendre la maladie et le traitement, et d'améliorer la qualité de vie. Elle peut se faire soit sous forme de cours ou d'entretiens à l'hôpital, soit sous forme de séjours tels que « les colos de l'AJD ». Celles-ci permettent d'être

confronté aux problématiques du diabète « sur le terrain », tout en étant accompagné par une équipe soignante.

C'est dans ce cadre que l'AJD propose des séjours d'éducation thérapeutique depuis 1956 pour les enfants, et pour les parents et leurs enfants quand ils sont plus jeunes depuis 1987.

Ces séjours, véritable lieu d'apprentissage, d'expérimentation, sont aussi un lieu de rencontres, d'échanges où chacun peut aborder les difficultés et les succès rencontrés dans la vie quotidienne. Si les études se penchent souvent sur l'intérêt et les bénéfices pour les enfants de ces séjours d'éducation thérapeutique, il est plus rare de s'intéresser aux compétences d'auto-soins des enfants dans la prise en charge de l'activité physique.

But de l'étude

Cette étude permettra d'apprécier, les compétences d'auto-soins de l'enfant en terme d'activité physique.

L'étude pourrait permettre d'améliorer le déroulement de ces séjours, pour répondre au mieux aux problématiques exprimées par les enfants.

Réalisation de l'étude

L'étude comprendra, chez les enfants ayant un diabète de type 1, accueillis dans le séjour AJD de Saint-Sorlin été 2014, qui acceptent de participer à ce projet :

- Un recueil de données de l'enfant (sexe, schéma d'insuline, ancienneté du diabète, HbA1c) à partir du formulaire d'inscription au séjour AJD ;
- L'évaluation des compétences d'auto-soins dans la prise en charge de l'activité physique, par une grille d'aptitudes.

Déroulement de l'étude

Si vous acceptez que votre fils/fille participe à cette étude, vous signerez un consentement d'autorisation de participation que vous nous renverrez.

Votre enfant remplira un questionnaire durant le séjour.

Toutes ces données seront analysées de manière anonyme

Risques et contraintes liées à cette étude

Les risques liés à cette étude sont négligeables.

Les contraintes sont liées au fait que votre enfant devra :

- compléter un questionnaire sur les compétences d'auto-soins dans la prise en charge de l'activité physique.

NOTIFICATIONS LEGALES

Cette étude est réalisée conformément à la réglementation sur la protection des personnes qui se prêtent à la recherche biomédicale.

L'ensemble des données de cette étude, comme le veut l'article 40 de la Loi Informatique et Libertés, restera anonyme.

CONSENTEMENT DE PARTICIPATION

AJD-Séjour Saint-Sorlin été 2014

Promoteur de l'étude : association Aide aux Jeunes Diabétiques

9, avenue Pierre de Coubertin - 75013 PARIS

Contact : Carine Choleau – Chargée des missions scientifiques – 01 44 16 89 87

e.mail : carine.choleau@ajd-educ.org

Titre de l'étude : Séjour d'éducation thérapeutique pour enfants ayant un diabète de type 1 : analyse des compétences d'auto-soins des enfants dans la prise en charge de l'activité physique.

Code de l'étude : AJD-Séjour Saint-Sorlin été 2014

Nom et Prénom du parent autorisant l'enfant participer à l'étude : _____

Nom et Prénom de l'enfant participant à l'étude : _____

Consentement de participation

J'autorise la participation de mon/ma fils/fille en Juillet 2014 à un séjour dans les centres de l'association AJD.

L'AJD m'a proposé(e) d'autoriser que mon/ma fils/fille participe à une recherche portant sur l'évaluation des compétences d'auto-soins en terme de prise en charge de l'activité physique.

Il m'a été précisé que j'étais libre d'accepter ou de refuser.

Afin d'éclairer ma décision, j'ai reçu et bien compris les informations suivantes:

1- L'objectif de cette étude est d'étudier, les compétences d'auto-soins de l'enfant en terme d'activité physique.

L'étude pourrait permettre d'améliorer le déroulement de ces séjours, pour répondre au mieux aux attentes exprimées par les enfants.

2- Déroulement de l'étude. Au cours de cette étude, mon/ma fils/fille devra :

- compléter un questionnaire sur les compétences d'auto-soins dans la prise en charge de l'activité physique.

3- Cette étude ne comporte pas de risque.

J'AUTORISE MON FILS/MA FILLE DE PARTICIPER A CETTE RECHERCHE DANS LES CONDITIONS PRECISEES CI-DESSUS.

Mon consentement ne décharge en rien les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités. Je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Je pourrai à tout moment, si je le désire, arrêter mon autorisation de participation sans supporter aucune responsabilité. J'en informerai alors Carine Choleau, coordinatrice de cette étude.

Je pourrai à tout moment demander toute information complémentaire à Carine Choleau au 01 44 16 89 87 ou à Marc Guyot au 06 67 38 68 59.

Les données recueillies demeureront strictement confidentielles. Je n'autorise leur consultation que

par des personnes mandatées par le Dr Carine Choleau, organisateur de la recherche, pour collaborer à celle-ci et, éventuellement, par un représentant des Autorités de Santé.

Lorsque l'étude sera terminée, le médecin responsable de cette étude me fera part des résultats de cette étude.

Fait à, le..... Signature :

GUYOT d'ASNIÈRES de SALINS (Marc-étienne) – Séjour d'éducation thérapeutique pour enfants ayant un diabète de type 1 : Les compétences de l'enfant lors d'une activité physique
80 pages, 8 figures, 4 schémas.

Th. : Méd. : Brest 2015

RÉSUMÉ : L'activité physique est bénéfique pour l'enfant diabétique de type 1 mais aucun protocole de gestion du diabète lors de l'exercice ne peut être généralisé à tous. Les séjours d'éducation thérapeutique participent à l'acquisition et à l'expérimentation des propres compétences des enfants dans ce domaine. Chez les enfants ayant un diabète de type 1 et participants à un séjour d'éducation thérapeutique proposé par l'association « Aide aux Jeunes Diabétiques », l'étude présente visait à recueillir les aptitudes et les compétences d'auto-soins de l'enfant lors de la prise en charge d'une activité physique. Il s'agit d'une étude qualitative, observationnelle et monocentrique qui a été réalisée dans le centre de Soins de Suite et de Réadaptation à Saint-Sorlin d'Arves. Quarante-deux enfants ont été inclus au cours du séjour. L'enfant complétait un auto-questionnaire sur les aptitudes et les compétences nécessaires lors de l'activité physique. L'âge, l'ancienneté du diabète, l'HbA1c, l'IMC ont été relevés à partir du dossier d'inscription au séjour. Les patients sous pompe connaissent beaucoup mieux l'hyperglycémie avec cétose et ses risques. La recherche de cétose lors d'une hyperglycémie, la réalisation d'un supplément d'insuline et le repos lors d'une hyperglycémie avec cétose, le changement de site d'injection en fonction de l'activité, sont des réflexes encore peu acquis. La comparaison, avec le référentiel des compétences, conforte le travail à entreprendre sur la gestion de l'hyperglycémie. Un des objectifs secondaires montrait que l'équilibre glycémique était meilleur chez le jeune pratiquant une activité physique pendant plus de deux heures ($p=0,04$), mais la compétition n'améliorait pas l'équilibre glycémique ($p=0,03$). En parallèle du suivi hospitalier indispensable, un séjour d'éducation thérapeutique permet l'expérimentation et l'acquisition de réflexes pour appréhender au mieux l'activité physique. Au delà de l'apprentissage des connaissances, la personnalisation est indispensable dans l'adaptation des doses, principalement dans le cadre d'une activité physique. Ces séjours devraient être proposés et accessibles à tous les enfants et jeunes adultes qui en expriment le besoin.

MOTS CLÉS :

ACTIVITÉ PHYSIQUE
SÉJOUR D'ÉDUCATION THÉRAPEUTIQUE
DIABÈTE DE TYPE 1
COMPÉTENCES D'AUTO-SOINS

JURY :

Président : Pr V. KERLAN

Membres : Dr C. CHOLEAU
Pr L. de PARSCAU du PLESSIX
Dr B. LE FLOCH
Dr E. SONNET

DATE DE SOUTENANCE :

'2 Avril 2015'

ADRESSE DE L'AUTEUR :

Le Vizel - 56700 HENNEBONT